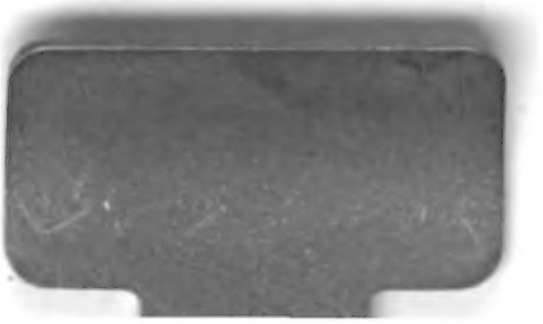
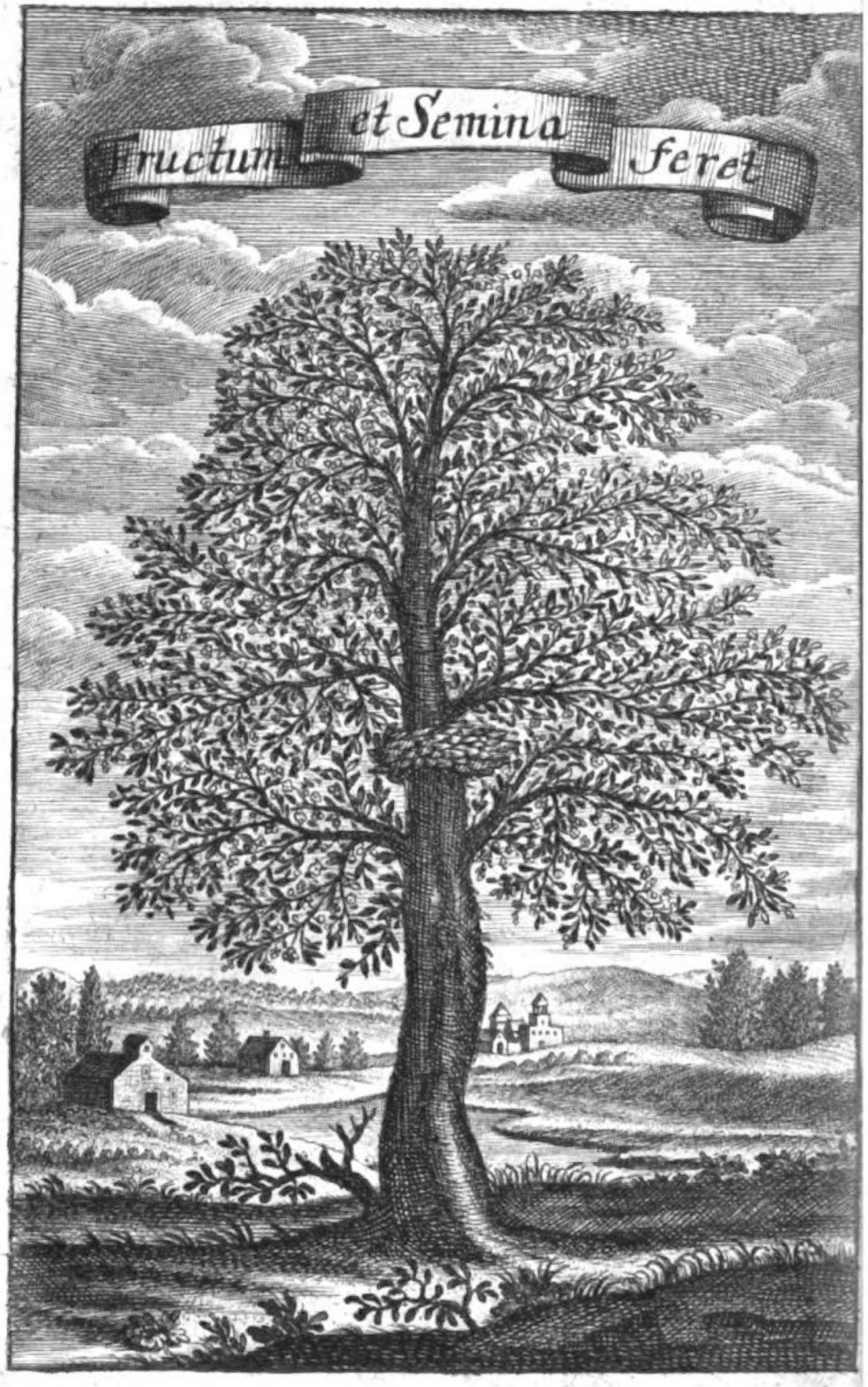
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Allerhand nützliche

Versuche,

dadurch

zu genauer Erkäntniß

der

Natur und Kunst

der Weg gebahnet wird,

denen Liebhabern der Wahrheit

mitgetheilet

von

Christian Freyherrn von Wolff,

Königl. Preußl. Geheimden Rathe,
Cantzlern der Friedrichs-Universität, wie auch Professore Juris Naturae et Gentium und Matheseos daselbst, Professore honorario zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Paris, wie auch der Königl. Groß-Britannischen und Königl. Preußl. Societät der Wissenschaften Mitgliede.

Erster Theil.

Mit allergnädigsten PRIVILEGIIS.

Halle im Magdeburgischen
Zu finden in der Rengerischen Buchhandlung.
1745.

Digitized by Google

Phys. g. 82 I/1

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede.

Geneigter Leser!

Ehe ich die Begebenheiten der Natur erkläre, habe ich vor nöthig erachtet erst dazu den Weg zu bahnen. Ich suche Gewißheit in Erkäntniß der natürlichen Dinge, oder zum wenigsten Wahrscheinlichkeit, dadurch zu fernerer Untersuchung Anlaß gegeben wird. Und deswegen verlange ich in Erklärung dessen, was in der Natur vorgehet, nichts anzunehmen, als von dessen Richtigkeit man zur Gnüge ist überführet worden. Mir hat

also niemahls gefallen, wenn man in der Physick Elemente gesucht, daraus man nach diesem den Ursprung aller Dinge erklären wollen. Denn ich habe gefunden, daß man alsdenn die Natur zwingen will, sich nach unseren angenommenen Sätzen zu richten, und dannenhero an statt der Wahrheit Einbildungen erwehlet, auch nicht möglich ist zu einer gewissen Erkäntniß zu gelangen, wo man ohne genugsame Gewißheit Gründe annimmet, darauf alles beruhen muß. Und hierinnen bin ich um so vielmehr bestätiget worden, nachdem ich in der Metaphysick überzeuget worden (wie ich es in meinen vernünftigen Gedancken von GOtt, der Welt und der Seele des Menschen, auch allen Dingen überhaupt, in dem Capitel von der Welt ausführlich gezeiget), daß wir die wahren Elemente nimmermehr ergründen können, sie auch von gantz anderer Beschaffenheit sind als alles dasjenige, was man bisher für Elemente ausgegeben. Da ich nun nicht vermeine, daß wir wenigstens in diesen unseren Zeiten, in dem Stande sind, die Erkäntniß der Natur bloß aus einigen Gründen der Vernunft durch Schlüsse herzuleiten, auch allem Ansehen nach nicht zu vermuthen

ſuthen, daß man bald in den Stand geſetzet werden möchte; einem jeden aber, der ſich um die Erkäntniß der Menſchen bekümmert, ſattſam bekannt iſt, wie keine Wahrheit von uns könne erkannt werden, als wenn wir ſie entweder aus einigen Gründen der Vernunft ſchlüſſen, wie wir in der Mathematick zu thun gewohnet ſind, abſonderlich in denen Theilen, denen hauptſächlich dieſer Nahme gebühret, ich meine in der Arithmetick, Geometrie und Algebra; oder indem wir ſorgfältig Erfahrungen ſammlen, wodurch die meiſte Erkäntniß *erreichet worden, die man* im gemeinen Leben zu Beförderung deſſen Bequemlichkeit mit gutem Vortheile gebrauchet; oder endlich wenn wir die Vernunft mit der Erfahrung vereinbahren, und ihr ein Recht einräumen, die Wahrheiten, welche uns die Erfahrung gewähret, mit einander zu verknüpfen: ſo habe keinen ſicherern Weg zur Erkäntniß der Natur erwählen können, als wenn ich die Vernunft mit einander verknüpfen lieſſe, was durch vorſichtige Erfahrung erkannt worden, und auſſer dieſem weiter nichts einräumete, als was ſich ferner daraus durch richtige Schlüſſe herleiten lieſſe. Da ich nun auf

diese Weise zur Erkäntniß der Natur zu gelangen mir vorgenommen; so ist die erste Arbeit, die hierbey vorzunehmen, daß man sich in der Natur fleissig umsiehet, und alles genau anmercket was man darinnen antrift, und was daselbst vorgehet, auch in den Schriften, die von geschickten Männern heraus gegeben worden, nachforschet, was sie von natürlichen Begebenheiten und ihren besonderen Umständen angemercket. Allein, weil uns die Natur nicht allezeit zeiget, was wir zu wissen verlangen; so müssen wir keinen Fleiß und keine Kosten sparen zu versuchen, ob wir sie nicht dahin vermögen können, daß sie uns sehen lässet, was zu unserem Unterricht dienet. Und dieses letztere ist eben diejenige Arbeit, die wir uns jetzund vorgenommen haben, und ist dieselbe daher nicht anders anzusehen, als daß dadurch zu richtiger Erkäntniß der Natur der Weg gebahnet werden soll. Wir vermögen die Natur uns zu zeigen, was sie sonst für unseren Augen zu verbergen pfleget, damit wir dadurch zu einiger Erkäntniß gelangen, daraus wir den Grund von ihren Begebenheiten, die wir bald hier, bald dort, bald zu dieser, bald zu einer anderen Zeit wahrnehmen, ohne Irr-

thum

thum anzeigen können. Ja wir bewegen auch die Natur ein Zeugniß von dem abzulegen, was wir durch die Schlüsse der Vernunft herausgebracht, damit wir dadurch als durch eine Probe der Richtigkeit unserer Schlüsse desto mehr vergewissert werden. Also habe ich zweyerley Absichten bey gegenwärtigen Versuchen: Die eine bestehet darinnen, daß wir tüchtige Gründe zur Erklärung der natürlichen Begebenheiten erlangen; die andere aber gehet da hinaus, daß wir, was wir durch die Vernunft heraus gebracht, durch untrügliche Proben rechtfertigen. *Damit* ich nun diese Absichten erreichen möchte, so habe ich die Versuche mit vieler Vorsichtigkeit angestellet, und auf alles, was sich nur dabey bemercken lässet, sorgfältig acht gegeben. Denn wo man eine Erfahrung nicht nach allen nöthigen Umständen inne hat; so ist es auch nicht möglich daraus einige Gründe herzuleiten, die einem nach diesem in Erklärung natürlicher Begebenheiten ein Licht geben können. Wenn ich etwas aus der Erfahrung, dazu ich durch die angestelleten Versuche gelanget, geschlossen und vermeinet, es könte vielleicht noch einem und dem andern einiger Zweifel dabey entstehen, oder

oder mir auch schon bekannt gewesen, daß einer oder der andere noch hierbey etwas einzuwenden findet; so habe ich mich bemühet durch andere Versuche den Zweifel aus dem Wege zu räumen, und nach Gelegenheit zugleich die dabey gemachten Schlüsse der Vernunft durch unwidersprechliche Proben zu rechtfertigen. Es ist freylich dadurch meine Arbeit weitläuftiger worden, als ich anfangs selbst nicht vermeinet: denn da ich in der gegenwärtigen Schrift gantz damit fertig zu werden mir vorgenommen hatte, so habe ich erfahren müssen: daß der dazu gewidmete Raum nur einen Theil davon fassen kan. Allein es gereuet mich nicht, daß ich dadurch in Weitläuftigkeit gerathen, weil ich alles gründlich auszuführen mir angelegen seyn lassen. Wir legen den Grund zu einem wichtigen Gebäude, und also lieget uns ob, für dessen Festigkeit zu sorgen, je gewisser es ist, daß das gantze Gebäude über den Haufen fället, wenn der Grund nicht so feste ist, wie sichs gebühret, auch die Fehler, welche bey dem Grund-Baue begangen werden, nicht anders zu ändern sind, als wenn man wieder abträget, was darauf erbauet worden. Damit auch ein jeder, der gegenwärtige

Ver-

Versuche lieset, von der Art und Weise, wie wir dieselben angestellet, urtheilen und sich dadurch ihrer Richtigkeit desto besser versichern, ja selbst ohne einige Schwierigkeiten dieselben wieder nachmachen kan, wenn er entweder vor sich selbst lieber mit seinen eigenen Augen als mit fremden sehen will, oder auch anderen solche zu zeigen willens ist; so habe alles auf das genaueste beschrieben, was dabey in Acht zu nehmen, wenn man den Versuch vornimmet, und überall genungsamen Grund angezeiget, warum man so und nicht anders verfahren müsse. *Und weil man zu den* Versuchen Instrumente vonnöthen hat, so habe gleichfalls alle dazu erforderte Instrumente nicht nur deutlich in Kupfer stechen lassen, sondern auch noch deutlicher nach allen ihren Theilen beschrieben und umständlich erkläret, warum ein jedes von ihnen auf diese Art gemacht werde. Dabey zeiget sich neben bey ein besonderer Nutzen, nemlich daß man durch Exempel lernet, was ich anderweit durch Regeln gelehrt, wie man von vorkommenden Sachen deutliche Begriffe formiren soll: Woran fürwahr! nicht wenig gelegen, indem sie der Grund zu gründlicher Erkäntniß der Wahrheit sind,

und wer es darinnen weit zu bringen gedencket, vor allen Dingen hierinnen sich üben muß. Indem ich aber alles, was die Versuche gezeiget, ordentlich und umständlich erzehlet, auch in Erwegung dessen, was ich deutlich dabey angemercket, einige Dinge geschlossen, die ich als Gründe in künftiger Erklärung der Natur anzunehmen gedencke; so erlanget zugleich dadurch das Capitel von der Erfahrung in den Gedancken von den Kräften des menschlichen Verstandes und ihrem richtigen Gebrauche in Erkäntniß der Wahrheit ein grosses Licht, und kan man durch fleissige Erwegung dessen, was in gegenwärtigem Buche vorgetragen wird, zu fertiger Ausübung der daselbst vorgeschriebenen Regeln gelangen. Ja ich vermeine nicht zu viel gesagt zu haben, wenn ich hinzu setze, daß man auf eben diesem Wege die Kunst Versuche anzustellen, und dadurch verborgene Wahrheiten hervor zu bringen, zweifelhafte zu untersuchen, gewisse durch untrügliche Proben zu bestätigen finden werde. Man wird keinen Versuch finden, der nicht seinen besonderen Nutzen erlanget, dergestalt, daß ein jeder zu etwas gebraucht wird, wozu ein anderer seines gleichen nicht dienlich befun-

funden wird: welches bisher diejenigen, die damit zu thun gehabt, nicht wahrgenommen. Und weil wir der Vernunft ein Recht einräumen wollen, die Wahrheiten mit einander zu verknüpfen, welche durch die Erfahrung erhellen; so habe ich auch die gegenwärtigen Versuche in einer solchen Ordnung vorgetragen, daß dasjenige, was durch die vorhergehenden heraus gebracht worden, zur Erklärung der folgenden dienet. Und daher ist es geschehen, daß gegenwärtige Schrift auf eben eine solche Art eingerichtet ist, wie die anderen Theile der *Weltweisheit, die ich* an das Licht gestellet, und darinnen ich die dahin gehörige Lehren in eine beständige Verknüpfung zu bringen mir angelegen seyn lassen. Wer demnach gegenwärtige Schrift mit Bedacht lesen, und alles, was darinnen stehet, wohl erwegen, auch nach denen anderswo von mir gegebenen Regeln zu untersuchen keine Mühe sparen wird; derselbe wird auch sich in den Stand setzen, daß seine Vernunft die durch Erfahrung bestätigte Wahrheiten wird verknüpfen lernen, und sich solchergestalt zu gründlicher Erkäntniß der Natur geschickt machen. Man wird aber aus diesem Buche zugleich ersehen, wie unentbehrlich

lich die Mathematick denenjenigen sey, welche ihre Versuche mit gehoriger Accuratesse anstellen und sie gründlich erklären wollen. Ja wenn ich künftig in lateinischer Sprache weiter gehen werde, als mein gegenwärtiges Vorhaben leidet; so wird sich solches noch mehr zeigen. Noch eines ist übrig, welches ich nicht vergessen muß. Ich habe auf den Titul erinnert, daß gegenwärtige Versuche nicht allein zu genauer Erkäntniß der Natur, sondern auch zugleich der Kunst den Weg bahnen sollen. Nun bin ich zwar zur Zeit nicht gesonnen die Künste in Wissenschaften zu bringen, ob ich gleich anderswo zur Gnüge erwiesen, daß diese Arbeit dem menschlichen Geschlechte nicht geringen Vortheil schaffen würde; sondern meine Absicht gehet bloß dahin, künftig durch Hülfe dieser Versuche zu genauer Erkäntniß der Natur Anleitung zu geben: Allein da sie einen mehrern Nutzen haben, als ich zu zeigen gedencke, so habe doch denselben mit erwehnen sollen, damit andere, denen daran gelegen ist, darauf Acht haben können. Ich wünsche, daß sich hierdurch viele aufmuntern lassen, nach ihrem Vermögen zur Erkäntniß der Natur etwas beyzutragen. Denn da wir hier nichts annehmen, als

was

was wir durch untrügliche Erfahrungen bestätigen können, und uns in keine Meinungen vermengen; so kan ein jeder mit Hand anlegen, und darf sich nicht die Unsicherheit des Grundes, darauf man bauet, abschrecken lassen. Es wird auch um so viel leichter geschehen können, nachdem man ein Muster vor sich hat, wie man mit Versuchen verfahren, und darinnen ungehindert immer weiter fortgehen müsse. Mir wird angenehm seyn, wenn ich in einem fremden Garten Früchte geniessen werde, die aus diesem Saamen erwachsen, werde aber auch darauf bedacht seyn, daß die Hofnung auf Früchte und Saamen, welche die gegenwärtige Blüte zeiget, nicht auf meiner Seite vergeblich sey. Halle, den 21. Sept. 1721.

Erinnerung
wegen der
andern Auflage.

In dieser andern Auflage sind hin und wieder einige Fehler gebessert worden, die im Rechnen eingeschlichen: Insonderheit aber viele Marginalien beygesetzet worden, damit man besser sehen kan, was in den weitläuftigen §§. enthalten ist. Da alles ausführlich abgehandelt worden, ist nicht nöthig gewesen vieles hinzu zu setzen. An einigen Orten hat man etwas mit eingerücket, welches zu wissen nicht undienlich ist. Marburg, den 2. Martii 1726.

Allerhand

Nützliche Versuche,

dadurch

zu genauer Erkäntniß der Natur und Kunst der Weg gebahnet wird.

Das 1. Capitel.

Von der verschiedenen Art der Schwere der Cörper.

§. 1.

Wie man die Schwere der Cörper determiniret; 1. undeutlich.

Da die schweren Cörper vermöge ihrer Schwere niederwärts drücken, oder dasjenige, woran sie gehänget werden, ziehen; so kan man die Schwere fühlen, indem man sie auf die Hand oder einen Finger leget, oder auch mit der Hand oder einem Finger aufhebet.

§. 1. bet. Allein da man hierdurch die Grösse der Schwere nur undeutlich erkennet, indem man wohl sagen kan, daß eines schwerer ist als das andere, keinesweges aber zu bestimmen vermögend ist, wie viel eines schwerer ist als das andere (§ 13. c. 1. Log.); so hat man auf andere Mittel gedacht, dadurch man die Schwere deutlich erkennen kan, indem man genau bestimmet, wie viel eines schwerer ist als das andere, und wie groß die Schwere eines jeden ist (§. cit. Log.), und sich solchergestalt um eine mathematische Erkäntniß der Schwere bemühet Zu dem Ende hat man die Wagen und andere Instrumente erfunden, von denen sich unten an seinem Orte wird reden lassen. Der gemeine Weg die Schwere eines Cörpers zu erforschen ist die Wage, welche richtig befunden wird, wenn das Zünglein auch bey verwechselten Wage-Schaalen, oder darauf ruhenden Gewichten, inne stehen bleibet (§. 66. Mech.). Soll man auch einen kleinen Ausschlag leicht merken; so muß das Zünglein lang seyn. Denn da es sich an dem Mittel-Punct der Axe, womit der Wage Balcken aufliegt, herum beweget; so beschreibet es einen Circul-Bogen (§. 12. Geom.). Nun wird die Grösse des Ausschlages durch die Grösse des Winckels äestimiret, durch den es sich beweget (§. 16. 17. Geom.), und sind demnach die Bogen, welche

2. deutlich.

Wie die Wage dazu beschaffen seyn soll.

Insonderheit wenn man einen kleinen Ausschlag mercken soll.

§. 1.

ie von verschiedenen Zünglein bey einerley Ausschlage beschrieben werden, nicht anders anzusehen, als Bogen, die aus der Spitze eines Winckels innerhalb seinen Schenckeln beschrieben worden. Derowegen da die Bögen um so viel grösser werden, je grösser ihr Radius ist, damit sie beschrieben werden (§. 46. 163. Geom.); so ist der Ausschlag mercklicher, wenn das Zünglein lang, als wenn es kurz ist. Soll man den geringsten Ausschlag mercken können; so muß das Zünglein oben sehr spitzig seyn. Endlich muß man auch untersuchen, wie scharf die Wage ziehet, das ist, wie groß das Gewichte seyn muß, welches so wohl auf den leeren, als beschwerten Schaalen einen Ausschlag verursachet: denn man lernet selbst aus der Erfahrung, daß eine Wage schneller ist, das ist, sich von einem kleineren Gewichte in Ausschlag bringet lässet, wenn sie wenig, als wenn sie viel beschweret ist. In Versuchen, wo man die Schwere genau erkennen muß, hat man eine Wage nöthig, die scharf ziehet. Ich habe zu den Experimenten, die jezt folgen, nur eine kleine Wage gebraucht, davon der Balcken 6½ Zoll, das Zünglein 2 Zoll 6 Linien und 6 Scrupel hält. Ich finde, daß ein viereckichtes Stücklein Papier, so einen halben Zoll oder 5 Linien lang und eben so viel breit ist, auf der leeren Wage einen noch mercklichen

Wie man untersucht, wie scharf die Wage ziehet.

Was für eine Wage zu Versuchen nöthig.

Wie schnelle die Wage des Autoris gehet.

§. 1. chen. Ausschlag giebet. Nun wiegen 7 Stücklein Papier 2 Gran, folgends eines $\frac{2}{7}$ Gr. Derowegen lässet sich auf dieser Wage abwägen, was nur $\frac{1}{7}$ von einem Gran, ja nur nicht unter dem vierten Theile eines Granes ist. Wenn ich die Wage mit 4 Pf. belade, nemlich auf jede Wagschale 2 Pf. lege; so geben 2 Gr. einen Ausschlag von einem Grade. So groß ist der Bogen, welchen das Zünglein in seiner Abweichung von der Vertical-Linie beschreibet. Und also kan man auch zwey Pfund bis auf ein paar Gran, ja bis auf einen abwägen. Ueber zwey Pfund aber wird man auf einer so kleinen Wage nicht leicht abwägen. Und hieraus siehet man nicht allein, wie man die Wage, welche man zum experimentiren brauchen will, vor sich probiren kan, damit man weiß, wie weit man sich darauf zu verlassen hat, sondern auch, wie man die Wagen, deren man sich in solchem Falle bedienet, andern beschreiben soll, damit sie wissen, wie weit sie unsern Versuchen trauen dürfen (§. 2. c 5. Log.).

Wie man die Wagen zu Versuchen probiret.

§. 2. Damit man diejenigen Versuche, wobey eines Maasses und Gewichtes Meldung geschiehet, desto besser verstehen kan; so finde ich vor nöthig hier zu erklären, was für Maaß und Gewichte beständig gebrauchet worden, woferne nicht ausdrücklich ein anders erinnert wird. Zu dem Maaß-Stabe habe ich den Rheinländischen Schuh

Erinnerung von dem Maaß und Gewichte in gegenwärtigen Versuchen.

Schuh erwählet, weil er überall bekant ist, §. 2.
auch von den deutschen Scribenten, sonderlich denen, die von der Bau-Kunst und Fortification geschrieben, durchgehends gebrauchet wird. Damit er sich nicht verändere, habe ich ihn in starcken Meßing stechen und der Bequemlichkeit halber (§. 10. Geom.) in 10 Zoll, den Zoll in 10 Linien und endlich die Linie in 10 Scrupel theilen lassen, auf die Art und Weise, wie man einen verjüngten Maaß-Stab zu theilen pfleget (§. 193. Geom.). Zu dem Gewichte habe ich das Apothecker-Gewichte genommen, welches man eine Untze nennet, und bey nahe 2 Loth von dem Kramer-Gewichte ist. Es wird bekanter massen dasselbe in acht Drachmas, und eine jede Drachma in sechzig Gran eingetheilet, und hält demnach 480 Gran. Wenn ich Pfunde im Wägen nöthig habe; so bleibe ich bey dem Kramer-Gewichte, das 32 Loth hält und davon 4 Loth um 23 Gran weniger wägen als 2 Untzen, dergestalt, das 4 Loth oder $\frac{1}{8}$ Pfund 938 Gran und also ein Pf. 7496 Gr. hält, da im Gegentheil ein Pfund von 16 Untzen 7680 Gran hat. Dieses ist zu mercken, damit man das Gewichte verschiedener Cörper mit einander vergleichen kan.

§. 3. Es lassen sich auch die Sachen auf oder an den Händen und Fingern gegen einander abwägen. Niemlich wenn man zwey

Wie weit man es mit dem Abwägen

§. 3. auf der Hand bringen kan.

Sachen zugleich auf die Hände leget, eine auf die Rechte, die andere auf die Lincke; so kan man durch den ungleichen Druck mercken, welche unter ihnen beyden die schwereste sey. Und kan man in diesem Stücke einen kleineren Unterscheid bemercken, als man vermeinen solte. Ich habe hiervon eine Probe mit Gelde gemacht, und durch Abwägung so wohl Frantzösischer, als Lüneburgischer und Sächsischer $\frac{1}{3}$tel Stücken auf den Mittel- auch Zeige-Fingern den Unterscheid verspüret, ob er gleich nicht viel über einen Gran war. Ja in eben solchen Sorten von Species-Thalern habe ich den schwereren anzeigen können, wiewol etwas schwer, nemlich nachdem ich die Gedancken lange zusammen gezogen, da der Unterscheid des Gewichtes nur $\frac{4}{7}$, ja gar nur $\frac{3}{7}$ eines Granes ausgetragen. Es ist bekant, daß, wenn man den Unterscheid nicht leicht mercken kan, man die Hand auf und nieder beweget, und dadurch dem Gewichte einigen Druck zu geben suchet: denn da die Cörper nach Proportion ihrer Materie durch den Fall einen stärckern Druck bekommen, wie ich in dem Anhange der Algebra (§. 9.) erwiesen; so wird dadurch der Druck auf der Hand oder den Fingern stärcker, und kan man dannenhero den Unterscheid leichter mercken. Es ist nicht zu zweifeln, daß, wenn man sich in

Was die Bewegung auf und nieder bey der Empfindung der Schwere thut.

Abwä-

Abwägung auf den Händen und Fingern übete man es weiter bringen würde, als jetzt angehet, da man damit gar nichts zu thun hat: als wie wir sehen, daß man durch die Uebung das Augenmaaß accurater machen kan. Es gehet aber schwer her, wenn man den Unterscheid der Schwere auf einer Hand nach einander erforschen soll, weil alsdann nöthig ist, daß man die vergangene Empfindung noch zugleich in Gedancken gegenwärtig erhält, damit man die gegenwärtige mit ihr vergleichen kan. Und diese Uebungen, dadurch man in Bemerkung des Unterscheides der Schwere geschickter wird, gehören mit unter die Pflichten von Verbesserung der Sinnen (§. 504. Mor.). Man wird auch im menschlichen Leben Fälle antreffen, da man Nutzen davon haben kan. Unterdessen bleibt es doch gewiß, daß man bey aller Verbesserung den Unterscheid doch nur obenhin bestimmen kan, ob er nemlich groß oder klein sey. Will man ihn aber genauer wissen; so muß man die Wage dazu brauchen (§. 1.).

§. 3.

Warum der Unterscheid der Schwere auf einer Hand nach einander sich schwerer zeiget.

Nutzen hierzu gehöriger Uebungen.

§. 4. Da wir täglich Sachen zu heben haben; so finden wir, daß einige groß und dabey leichte sind, andere hingegen ihnen an der Grösse viel nachgeben, und doch an der Schwere sie weit übertreffen. Jedermann fühlet es, daß ein Glas mit Queckſilber gefüllet gar viel schwerer ist, als wenn man Was-

Daß nicht alle Materie von einerley Art der Schwere ist.

§. 4. Wie man solches gefunden.

ser darinnen hat. Man fühlet nicht weniger, daß ein Schwamm viel leichter ist als ein Stein, unerachtet er viel grösser ist als dieser. Diejenigen, welche mit Abwägung vielerley Waaren umgehen, sehen zur Gnüge, daß die Waare gemeiniglich mehr Raum einnimmt, als das Gewichte. Z. E. Ein Hut Zucker von 4 Pfunden nimmt gantz augenscheinlich einen gar weit grössern Raum ein, als das Gewichte von Bley oder Meßing, damit man ihn abwäget. Und findet man selbst unter dem Gewichte, deren eines aus Stein, das andere aus Bley gemacht worden, einen mercklichen Unterscheid in der Grösse, sonderlich wenn die Gewichte groß sind. Jedermann siehet, daß das steinerne Gewichte weit grösser ist, als das bleyerne, ob sie gleich auf der Wage inne stehen, auch gleich schwer befunden werden, wenn man sie auf oder an den Händen gegen einander abwäget (§. 3.). Gleichergestalt weiset es der Augenschein, daß immer eine Waare mehr Raum einnimmt als die andere, ob man gleich einerley Gewichte hat. Z. E. Baum-Wolle nimmt einen weit grössern Raum ein, als der Zucker, wenn man von beyden ein Pfund nimmt. Da nun diejenige Waare, welche auf der Wage mit dem Gewichte inne stehet, mit ihm einerley Schwere hat (§. 64. Mechan.); so erhellet daraus, daß diejenige, welche einen grössern

Raum

Raum einnimmt als das Gewichte, unter einerley Grösse mehr Schwere haben muß, als das Gewichte. Und eben solchergestalt ist klar, daß wenn zwey Sachen von verschiedener Grösse mit einerley Gewichte, und also auch mit einander selbst (§. 22. Met.), auf der Wage inne stehen, die grössere unter einerley Grösse wenigere Schwere hat als die kleinere. Und auf solche Weise hat man gefunden, daß nicht alle Cörper gleich schwer sind, ob sie gleich einerley Grösse haben. Und nennet man eine **Materie von schwererer Art**, wenn sie mit einer andern einerley Grösse und doch mehr Schwere hat: hingegen eine von leichterer Art, wenn sie mit einer andern einerley Grösse und doch weniger Schwere hat. Derowegen wenn man die Schwere eines Cörpers erkennen will; so muß man auf seine Grösse und Schwere zugleich acht geben. Und wollen wir jetzund zeigen, wie man die Art der Schwere in jeder Materie durch Versuche erforschen, und nach diesem mit einander vergleichen kan. Unterdessen da ich auch in diesen Versuchen so verfahren will, wie ich bisher in andern Schriften gewohnet gewesen, daß ich nemlich jedes an seinem Orte abhandele, wo man es durch hinreichende Gründe erklären kan; so werde ich in gegenwärtigem Capitel nicht alle Kunst-Griffe beschreiben, wodurch man die verschiedene Art der

§. 4.

Wie man die Materie in Ansehung der Schwere unterscheidet.

Woraus die Art der Schwere erkant wird.

Wo der Autor jedes abhandelt.

§. 4. Schwere zu erforschen pfleget, sondern nur dasjenige anführen, was man aus dem wenigen, so von der Wage beygebracht worden, verstehen kan, das übrige aber bis an seinen Ort versparen.

Worauf es ankommt, wenn man die Schwere genau erkennen will.

§. 5. Wenn man demnach die Art der Schwere genau erkennen will, so muß man die Grösse des Cörpers zugleich mit erkennen, damit man weiß, wie viel Schwere unter einer gewissen Grösse enthalten ist, z. E. wie schwer ein Cubic-Zoll oder ein Cubic-Schuh von einer gewissen Materie ist. Ich setze voraus (§. 215. Geom.), daß ein Cubic-Schuh ein Würfel ist, der einen Schuh lang, einen breit und einen hoch ist: ein Cubic-Zoll ein Würfel, der einen Zoll lang, einen breit und einen hoch ist.

Wie man die Art der Schwere in flüßigen und einigen andern Materien determiniret.

§. 6. Da die flüßigen Materien die Figur eines jeden Gefässes annehmen, darein man sie geußt, ingleichen andere, die aus einem Haufen kleiner Körner bestehen, als Sand, Getreyde und so weiter; so kan man nur ein Gefässe von einer gegebenen Grösse, z. E. einen Cubic-Zoll, $\frac{1}{4}$ Cubic-Schuh und dergleichen machen lassen und die Materie hineingiessen oder schütten. Denn solchergestalt bekommt man einen Cubic-Zoll, oder $\frac{1}{4}$ Cubic-Schuh von derselbigen Materie. Derowegen wenn man so wohl das leere, als das gefüllte Gefässe auf einer guten Wage abwäget; so weiset der Unterscheid

die

die Schwere eines Cubic-Zolls oder des vierten Theiles von einem Cubic-Schuhe von derselben Materie, das ist, wie schwer so viel von dieser Materie ist, als einen Cubic-Zoll, oder den vierten Theil eines Cubic-Schuhes erfüllet. §. 6.

Ich habe zu dem Ende ein blechernes Gefässe ABCDGEF verfertigen lassen, welches inwendig einen Zoll lang, einen breit, und etwas mehr als einen hoch ist: jedoch inwendig rings herum die Höhe eines Zolles abstechen lassen durch Linien, die mit den Seiten, GE, EF &c. parallel gezogen worden, damit ich einen Cubic-Zoll haben kan (§. 215. Geom.). Und weil in einer so kleinen Grösse das Loth, damit das Gefässe zusammen gelöthet wird, leicht einige Grane benehmen könte; so habe die Flächen DGEC, CEFB &c. unten mit einem kleinen Rande machen lassen, damit sie gantz von aussen an die Grund-Fläche haben können angelöthet werden, und dadurch verhütet worden, daß nichts vom Lothe inwendig in das Gefässe kommen. Weil das eiserne und verzinnte Blech leicht rostet, wenn es naß wird; so ist besser, wenn man meßingenes Blech dazu nimmt. Dieses Gefässe wieget eine halbe Untze, 2 drachmas und 45 Gran, oder 6 drachmas und 45 Gran, daß ist, 405 Gran. Wenn nun dasselbe so weit gefüllet wird, bis es einen Cubic-Zoll austräget, und man wäget das gefüllte Gefässe ab, so darf man

Tab. I. Fig. 1.

Vorsichtigkeit bey Instrumenten zu experimentiren.

§. 6 man nur jederzeit 405 Gran abziehen, damit man die Schwere der flüßigen Materie bekomme. Damit ich aber das Rechnen nicht nöthig habe; so lege ich allezeit zu dem Gewichte mit hinein eine halbe Unze, 2 drachm. und 45 Gr. damit ich es nach diesem nur wieder wegnehmen darf, und das Gewichte der im Gefäsſe enthaltenen Materie allein übrig behalte.

Vortheil im Experimentiren.

Schwere des Wassers.

§. 7. Als ich in dieses Gefäsſe so viel Wasser gegossen, als ein Cubic-Zoll austräget, und es auf der Wage in wagerechten Stand gesetzet; so hat das Wasser 1 Unze und 15 Gr. oder 495 Gr. gewogen. Es stund aber die Wage so genau inne, daß, als ich noch 2 Gr. zulegte, der Ausschlag einen Winckel von 7 Graden machte. Nun hält ein Cubic-Schuh 1000 Cubic-Zoll (§. 2. Exper. & §. 216 Geom.): derowegen muß ein Cubic-Schuh von diesem Brunnen-Wasser, welches ich abgewogen, 495000 Gr. oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen gerechnet, und 348 Gr. oder 66 Pfund 264 Gr. nach gemeinem Gewichte halten. Ob ich nun gleich die Schwere eines Cubic-Schuhes Wasser durch so weniges Wasser herausgebracht; so stimmet es doch mit dem, was andere angeben, ziemlich überein: denn insgemein rechnet man 64 Pfund für einen Cubic-Schuh Wasser nach Rheinländischem Maasse.

Wie die Accurateſſe im Abwägen andern zu bedeuten.

Wie des Autoris Versuch mit andern übereinstimmet.

Man

§. 7. Warum sich ein Unterscheid bey den Autoribus befindet.

Man findet freylich, daß nicht alle die Gröſſe eines Cubic-Schuhes Waſſer von gleicher Schwere angeben. Allein es iſt zu mercken, daß weder das Maaß, noch das Gewichte überall von einer Gröſſe angenommen wird, auch nicht alles Waſſer einerley Art der Schwere hat. Ueber dieſes ſind auch nicht alle Inſtrumente, die man dazu brauchet, von gleicher Güte; wie ich denn ſelbſt unten (§. 210.) zeigen werde, daß die gegenwärtige Manier die Schwere des Waſſers zu unterſuchen nicht die beſte ſey Wir müſſen ſie aber hier gebrauchen, weil ſie ſich blos auf die gemeine Erkäntniß gründet, die einem jeden aus der Erfahrung beywohnet: da andere Manieren andere Erkäntniß vorausſetzen, dazu wir erſt nach dieſem gelangen werden. Endlich wenden auch nicht alle gleich viel Fleiß und Sorgfalt an. Derowegen iſt es kein Wunder, wenn ſich hierinnen unterweilen ein groſſer Unterſcheid befindet.

Schwere des Queckſilbers.

§. 8. Als ich das Waſſer, welches einen Cubic-Zoll erfüllete, in ein kleines cylindriſches Glas goß; ſo ward daſſelbe davon gantz voll. Es wog aber das leere Glas 5 dr. 21 Gr. oder 321 Gr. Nachdem ich es mit Queckſilber voll gefüllet und mit 12 Gr. Wachs die Mündung vermachet hatte; habe ich es, wie vorhin das Waſſer, abgewogen und nach gehörigem Abzuge für das Glas

und

§. 8. und das Wachs die Schwere des Queckſilbers gefunden 13 Untz. 6 dr. 18 Gr. oder 6618 Gr. Und demnach wieget ein Cubic-Zoll Queckſilber 6618 Gr. folgends ein Cubic-Schuh 6618000 Gr. das iſt, 861 Pfund (das Pfund abermahl zu 16 Untzen gerechnet, dergleichen ich allezeit verſtehe, wo Untzen, drachmæ und Grane dabey gerechnet werden) und 552 Gr. (§. 2.).

Verhältniß der Schwere des Waſſers und Queckſilbers.

§. 9. Und hieraus läſſet ſich die Verhältniß finden, welche die Schwere des Queckſilbers zu der Schwere des Waſſers hat. Denn da ein Cubic-Zoll Waſſer 495 Gr. (§. 7.), ein Cubic-Zoll Queckſilber 6618 Gr. hält (§. 8.); ſo verhält ſich die Schwere des Waſſers zu der Schwere des Queckſilbers wie 495 zu 6618, das iſt, wenn man beyderſeits durch 45 dividiret (§. 75. Arithm.) wie 11 zu 147. Weil demnach $13\frac{4}{11}$ heraus kommt, wenn man die gröſſere Zahl durch die kleinere dividiret, welcher Bruch etwas gröſſer als $\frac{1}{3}$ iſt, indem (§. 78. Arithm.) $\frac{4}{12}$ ſo viel als $\frac{1}{3}$ ſind; ſo iſt das Queckſilber etwas über $13\frac{1}{3}$ mahl ſchwerer als das Waſſer (§. 65. Arithm.). Insgemein ſetzet man das Queckſilber 14 mahl ſo ſchwer als das Waſſer.

Schweere des feinen weiſſen Sandes.

§. 11. Ein Cubic-Zoll feiner weiſſer Sand iſt (§. 6.) in ſeiner Schwere 1 Untze 5 dr. 7 Gr. oder 787 Gr. befunden worden.

Weil

Weil ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. hält (§. 7.; so verhält sich die Schwere dieses Sandes zu der Schwere des Wassers wie 787 zu 495, nemlich die Schwere des Wassers hält von der Schwere des Sandes $\frac{495}{787}$, das ist, bey nahe $\frac{5}{8}$ (§. 118. Arithm.). Und demnach ist die Verhältniß der Schwere des Sandes zu der Schwere des Wassers bey nahe wie 8 zu 5, das ist, wenn man die Schwere des Sandes in 8 Theile eintheilet; so hat die Schwere in gleich vielem Wasser, davon bey nahe oder etwas mehr als 5 solcher Theile (§. 77. Arithm.). Man wird ohne mein Erinnern begreiffen, daß diese Verhältnisse nicht auf allen Sand sich deuten lässet. §. 10.

§. 11. Vielleicht werden einige meinen, es hätten diese Versuche keinen Nutzen und wären blos Subtilitäten, deren man so wohl in Wissenschaften als auch im menschlichen Leben entrathen könte: allein es befindet sich in beyden Stücken das Wiederspiel. Wir werden selbst im Fortgange der gegenwärtigen Versuche sehen, daß man sie so wohl in Erkäntniß der Natur, als in der Kunst brauchen kan, und da die Kunst im menschlichen Leben Nutzen schaffet; so müssen auch sie im menschlichen Leben nützlich seyn. So könte man in der Natur den Unterscheid der verschiedenen Wasser, ingleichen des Regen- und Schnee-Wassers Nutzen dieser Versuche.

§. 11. zu verschiedenen Jahrs-Zeiten und bey andern veränderlichen Umständen der Witterung, wie nicht weniger des Thaues und geschmoltzenen Hagels, des Urines bey verschiedenen Umständen oder Zustande des Leibes, und was dergleichen mehr ist, untersuchen. In der Landwirthschaft erfähret man dadurch die Güte des Getreydes um den Unterscheid der Fruchtbarkeit der Aecker, zu einer Jahrs-Zeit, ingleichen auf einem Acker zu verschiedenen Jahrs-Zeiten genau zu determiniren. Es lässet sich auch der Unterscheid der Milch bey verschiedenem Futter des Viehes dadurch bestimmen, und was dergleichen mehr ist. Gleichwie aber immer eine Erkäntniß uns zu der andern leitet (welches man auch aus gegenwärtiger Schrift abnehmen kan, wo wir uns als treue Wegweiser derjenigen Wahrheiten bedienen, die wir theils in andern Schriften, theils im vorhergehenden dieser Schrift ausgeführet); so giebet auch diese Erkäntniß denenjenigen, welche im Nachdencken genung geübet sind, Anlaß weiter zu gehen.

Nöthige Erinnerung.

§. 12. Unerachtet ich blos ein Gefässe von einem Cubic-Zoll erwählet, weil es jetzt meine Umstände nicht gelitten, mit grössern einen Versuch zu thun; so siehet doch leicht ein jeder, daß es in vielen Fällen rathsamer sey ein grösseres Gefässe von einigen Cubic-Zollen zu gebrauchen. Nur hat man zweyerley

ley Vorsicht dabey nöthig. Einmahl muß man davor sorgen, daß die Fähigkeit des Gefässes oder der leere Raum, den es in sich fasset, und von der abzuwägenden Materie erfüllet wird, in den kleinsten Theilen des Maasses (§. 2.) bekannt ist. Darnach muß man sich wohl in acht nehmen, daß nicht durch die Schwere des angefüllten Gefässes die Wage an dem Ausschlage allzusehr gehindert (§. 1.), und dadurch das wahre Gewichte der abzuwägenden Materie weniger erkannt wird, als wenn man viel weniger davon auf eben derselben Wage abgewogen hätte. Denn aus der Beschaffenheit des Ausschlages in einer Wage muß man urtheilen, *welche Grösse des Gefässes die beste sey: welches vor diesesmahl nicht genauer untersuche.* §. 12.

§. 13. Weil die Theile der festen Cörper zusammen halten (§. 4. Hydrost.); so nehmen sie auch nicht wie die flüßigen die Figur des Gefässes an, darein man sie leget. Und demnach kan man einen Cubic-Zoll, oder Cubic-Schuh nicht auf eine solche Art haben, als wie von den flüßigen. Unterdessen wäre es doch auch eine sehr mühsame, ja in einigen Fällen fast unmögliche Sache aus einer abzuwägenden Materie erst einen Cubic-Zoll oder Cubic-Schuh zu verfertigen. Derowegen ist das sicherste, man lasse die Figur und Grösse

Wie die Schwere der festen Cörper zu determiniren.

§. 13. des Cörpers, wie sie ist, oder nehme von ihm ein genaues Pfund oder Unze, oder noch kleineres, oder auch grösseres Gewichte, lege es in das Gefässe, dessen Grösse man genau zu determiniren weiß, und fülle den übrigen Raum herum entweder mit Sande, oder mit Wasser aus, woferne sich das Wasser nicht hinein ziehet. Denn auf solche Weise kan man die Grösse des abzuwägenden Cörpers bestimmen (§. 246. Geom.). Da nun aber auch sein Gewichte bekannt ist; so erfähret man auf solche Weise, wie viel Schwere eine feste Materie unter einer gewissen Grösse hat, und erkennet demnach die Art der Schwere.

Vorsichtigkeit bey dem Versuch.

Weil es hier hauptsächlich auf den Unterscheid der Höhe ankommt, den das Wasser oder der Sand hat, indem der Cörper darinnen, oder heraus ist (§. cit. Geom.); so muß das Gefässe nicht gar zu eine grosse Grundfläche, sondern lieber eine grössere Höhe haben (§. 239. Geom.) und also nicht gar zu lang, noch gar zu breit seyn (§. 218. Geom.).

Schwere des Bleyes.

§. 14. Ich will vor diesesmal nur ein einiges Exempel von dem Bley anführen. Nemlich als ich ein Stück Bley, welches 4 Unzen 3 Drachmas und 10 Gran wog, in das Cubic-Zollische Gefässe hinein legte, und noch so viel Wasser hinein goß, bis ein Cubic-Zoll erfüllet ward (§. 6.); so wurden

auf

auf der Wage für das Waſſer 5 drachmæ gefunden, oder, welches gleich viel iſt (§. 2.) 300 Gran. Nun wieget ein Cubic-Zoll Waſſer 493 Gr. (§. 7.) und demnach findet man für den Raum des Waſſers 606060$\frac{60}{493}$, oder 606061 Cubic-Scrupel (§. 113. Arithm.), folgends bleibet für die Gröſſe des Bleyes 393939 Cubic-Scrupel übrig (§. 18. 49. Arithm.). Weil nun 393939 Cubic-Scrupel Bley 4 Untzen 3 dr. 10 Gr. oder 2110 Gr. wiegen; ſo findet man für einen Cubic-Zoll Bley 5356 Gr das iſt 11 Untz. 1 dr. 16 Gr. (§. 113. Arithm.), folgends für einen Cubic-Schuh Bley 697 Pfund 6 Untz. 2 dr. 40 Gr. Wenn man die Schwere von einem Cubic-Schuh Bleye genauer determiniren wollte, ſo wäre rathſamer, daß man den Verſuch mit einem gröſſern Stücke anſtellete. Allein da ich jetzt mehr Vorhabens bin, die Art und Weiſe, wie man verfähret, wenn man die Schwere der feſten Cörper finden will, zu erklären, als dieſe auszumachen, in welcher Abſicht ich mich bey dem gegenwärtigen Exempel nicht völlig nach der vorgeſchriebenen Regel gerichtet (§. 13); ſo mag es auch vor dieſes mal hierbey ſein Bewenden haben. §. 14.

§. 15. Es haben aber dergleichen Verſuche vielfältigen Nutzen auch im gemeinen Leben. Z. E. Wenn man in der Bau-Kunſt Nutzen ſolcher Verſuche.

§. 15. die Schwere der Mauer ausrechnen will; so darf man nur die Schwere eines Ziegels und einer gewissen Portion Sandes und Kalcks auf verhin beschriebene Weise (§. 10. 13.) ausmachen: denn da man vermittelst der Regeln der Bau-Kunst und der Geometrie ausrechnen kan, wie viel Ziegel, Sand und Kalck auf die gantze Mauer gehen, so lässet sich nach diesem auch durch die Regel detri (§. 113. Arithm.) die Schwere aller dieser Ziegel, alles Sandes und Kalckes, das ist, der gantzen Mauer finden. Eben so siehet man, daß sich auf solche Weise die Schwere eines Balckens determiniren lässet, ohne daß man nöthig hat ihn auf einer Wage abzuwägen. Anderer Fälle will ich jetzt nicht gedencken.

Bewegung der Cörper in flüßiger Materie.

§. 16. Man findet, daß so wohl die flüssigen Materien in denen schwereren, mit denen sie sich nicht vermischen, als auch alle feste Materien durchgehends in einer schweren flüßigen Materie in die Höhe steigen: hingegen die schwereren in der leichteren zu Boden sincken. Z. E. Holtz steiget im Wasser in die Höhe; Bley hingegen sincket unter. Luft steiget im Wasser in die Höhe; Oleum Tartari per deliquium sincket unter. Oleum Petroleum steiget im Spiritu vini in die Höhe, aber Oleum Tartari sincket darinnen unter: hingegen sincket im Oleo Tartari per deliquium der

Art der Schwere verschiedener Cörper.

Feil-

Feil-Staub oder Hammerschlag unter. §. 16.
Und daraus kan man erkennen, ob eine Materie leichter oder schwerer ist als die flüßige Materie. Z. E. Holtz ist leichter, Bley schwerer als Wasser. Luft ist leichter, Oleum Tartari per deliquium schwerer als Wasser. Oleum Petroleum ist leichter, Oleum Tartari schwerer als Spiritus vini; hingegen Feil-Staub oder Hammerschlag schwerer als das Oleum Tartari. Dergleichen Sachen lassen sich aus der Erfahrung leicht anmercken: allein sie sind doch nützlich zu wissen, wie sichs auch nach diesem mit den angeführten Exempeln zeigen wird. Hier mercke ich nur noch dieses an, daß alle Metalle ausser dem Golde im Queckſilber in die Höhe steigen, und das Gold darinnen allein untersincke. Wenn das Gold, z. E. ein Ducaten, in das Queckſilber geworfen wird; so wird er davon gantz weiß, als wie das Holtz im Wasser naß wird. Leget man ihn aber auf eine glüende Kohle, oder hält ihn nur darüber; so flieget das Queckſiber wieder weg, als wie das Holtz in der Wärme trocken wird: welches man mercken muß, wenn man den Versuch anstellen will. Und hieraus erkennet man, daß alle Metalle leichter sind, als das Queckſilber, hingegen das Gold allein schwerer ist.

Wie man das Queckſilber von dem Golde bringet.

§. 17. Versuch der Alten die vier Elemente vorzustellen. Tab. I. Fig. 2.

§. 17 Und hieraus lässet sich der Versuch der Alten die vier Elemente vorzustellen erklären. Es sey AB ein ovales Glas mit einem engen Halse A und einem breiten Fusse BCD, damit es feste stehen kan, wenn man es niedersetzet. Auf den Boden B bis IK wirft man reinen Feil-Staub oder Hammerschlag, das ist, kleine Stücklein Stahl oder Eisen, die abgefeilet werden, hinein. Darauf geust man bis in GH Oleum Tartari per deliquium, ferner bis EF Spiritum vini und bis A Oleum Petroleum destillatum. Hier stellet nach der Meinung der Alten der Feil-Staub BIK die Erde als das schwereste Element vor; das Oleum Tartari per deliquium KIGH das Wasser, welches leichter ist als die Erde, der spiritus vini GHFE die Luft, als welche leichter ist als das Wasser; das Petroleum EFA das Feuer, welches leichter ist als die Luft. Nemlich weil die Erde untersincket, so erkennet man, daß sie schwerer ist als das Wasser: hingegen weil die Luft im Wasser und das Feuer in der Luft in die Höhe steiget, so erkennet man daraus, daß die Luft leichter sey als das Wasser, und das Feuer leichter als die Luft (§. 16.). Wenn man das Glas schüttelt, das alle vier Materien unter einander vermenget werden und einen finstern Klumpen vorstellen; so sondern sich nach diesem, wenn die Bewegung des Glases

ſes aufhöret, dieſelben wieder von einander und nimmt eine jede ihre beſondere Stelle ein. Nemlich weil die drey übrigen Materien ſchwerer ſind als das Petroleum (§. 16.), ſo ſincken ſie alle darinnen unter, und alſo bleibet daſſelbe zu oberſt ſtehen. Weil das Oleum Tartari und der Feil-Staub ſchwerer ſind als der Spiritus vini, ſo ſincken ſie gleichfalls darinnen unter, und demnach bleibet der Spiritus vini darüber ſtehen unter dem Petroleo Endlich weil der Feil-Staub ſchwerer iſt, als das Oleum Tartari per deliquium; ſo ſincket er auch darinnen unter, und alſo bleibet es über ihm unter dem ſpiritu vini ſtehen. Die *Alten bildeten ſich ein*, es wäre die Welt aus einem wüſten Klumpen entſtanden und beſtünden alle cörperliche Dinge aus Erde, Waſſer, Luft und Feuer. Weil nun ihrer Meinung nach die vier Elemente in dem wüſten Klumpen, den ſie das Chaos nannten, in einander vermenget waren; ſo wolten ſie durch gegenwärtigen Verſuch zeigen, wie die vier Elemente ſich von einander abgeſondert und jedes ſeine Stelle bekommen hätte. Und ſiehet man leicht, wie gegenwärtiges Experiment erfunden worden. Man hat vier Materien geſucht, davon drey flüßig ſind, eine aber feſte iſt, und zwar von der Beſchaffenheit, daß keine ſich mit der andern vermiſchen läſſet, die feſte

§. 17.

Erklärung des Verſuches.

Abſicht der Alten dabey.

Wie man ihn erfunden.

§. 17. unter ihnen am schwersten und von den drey flüßigen eine immer leichter ist als die andere. Diese Materien aber sind von denen, die mit der Chymie umgehen, durch die Erfahrung (§. 16.) erkannt worden. Unerachtet nun die Meinung der Alten von dem Ursprunge der Welt aus einem Chaos, oder wüsten Klumpen, und von den vier Elementen der cörperlichen Dinge gantz ungegründet ist (§. 5 & 4. & seqq. Mer.) und solchergestalt der Nutzen wegfället, den sie intendiret; so zeigen sich doch in gegenwärtigem Versuche viele Wahrheiten, als 1. daß Petroleum leichter sey als Spiritus vini und noch viel leichter als Oleum Tartari per deliquium; 2. daß Petroleum nicht mit Spiritu vini und oleo Tartari, noch eines von den letzteren beyden mit dem ersten sich vermischen lässet; 3. daß einige flüßige Materien sind, die sich mit einander nicht vermischen lassen und deren eine doch schwerer ist als die andere, folgends 4. die leichtere allezeit über der schwereren stehen bleibet und eine jede von beyden ihre Stelle einnimmt; 5. daß, wenn flüßige Materien von verschiedener Schwere, die sich mit einander nicht vermischen lassen, unter einander gemenget werden, sie sich durch die blosse Schwere wieder von einander absondern; 6. daß diese Absonderung um so viel geschwinder geschie-

Was man daraus erkennet.

geschiehet, je weniger die Materien sich mit einander vermischen lassen und je grösser der Unterscheid der Schwere ist, indem wir sehen, daß das Petroleum zuerst, nachdem der Spiritus vini, zuletzt aber das Oleum Tartari per deliquium sich völlig absondert; 7. daß in dieser Absonderung so wohl das schwerere nieder, als das leichtere in die Höhe steiget, indem man siehet, daß, wenn etwas von dem oleo Petroleo mit bis unter dem Spiritu vini im oleo Tartari zurücke geblieben, selbiges durch den Spiritum vini bis zu dem oleo Petroleo hinauf steiget. §. 17.

Alle diese Wahrheiten aber werden in dem folgenden und zu seiner Zeit in Betrachtung der Natur nützlich befunden werden. Und wenn auch gleich keine davon einigen Nutzen hätte (wie sich doch bald das Widerspiel zeigen wird); so wäre es doch dienlich sie anzumercken, weil man durch dergleichen Uebungen in Beobachtung natürlicher Begebenheiten aufmercksam wird, auch zu deutlichen Begriffen sich dadurch angewöhnet (§. 19. c. 1. Log.). Aufmercksamkeit im Observiren.

§. 18. Aus dem, was von der verschiedenen Art der Schwere gesaget worden, lässet sich auch die Beschaffenheit des Wasser-Passes erklären. Es bestehet der Wasser-Paß aus einer gläsernen Röhre AB, die in beyden Enden A und B zugeschmeltzet, oder sonst fest verwahret und bey nahe gantz Beschreibung und Gebrauch des Wasser-Passes. Tab. I. Fig. 3.

§. 18. voll entweder mit Wasser, oder wenn er in der Kälte dauren und nicht gefrieren soll, mit Spiritu vini gefüllet worden. Und kan der Spiritus vini gefärbet werden, wie unten bey den Wetter-Gläsern folgen soll, damit man die blosse Luft, welche zurücke bleibet, desto besser sehen mag. Weil nun die Luft leichter ist als das Wasser oder der Spiritus vini; so steiget sie auch allzeit über das Wasser und den Spiritum vini; die Röhre mag geleget werden wie man will (§. 16.). Derowegen wenn der Wasser-Paß AB nach der Länge geleget wird und die Luft bleibet in C stehen; so ist dieses eine Anzeige, das in der Linie AB kein Punct höher ist als C, und demnach dieselbe horizontal sey (§. 36. Mech). Und auf solche Weise dienet der Wasser-Paß die Sachen horizontal zu richten, auch auf einer Vertical-Fläche, als z. E. auf einer Tafel, die an der Wand hänget, eine Horizontal-Linie zu ziehen, das ist, eine Linie die in allen ihren Puncten von dem Mittel-Puncte der Erde gleich weit weg ist. Derowegen weil im Wasser-Wägen es hauptsächlich darauf ankommt, daß eine Horizontal-Linie gezogen wird (§. 150. Mech.); so pfleget man auch den Wasser-Paß in der Kunst zu Verfertigung der Wasser-Wagen zu gebrauchen, dergleichen ich an seinem Orte (§. 159. Mech., beschrieben. Wenn die

Vorsichtigkeit.

Luft

Luft sich schnell bewegen soll, welches nöthig ist, woferne man die Horizontal-Linie genau erkennen will; so muß die Röhre nicht allzu enge, noch die Luft zu wenig seyn. Der Wasser-Paß, den ich bey den Experimenten gebrauche, ist ohne die Spitze DB 4 Zoll, 7 Linien lang, 3 Linien mit der Dicke des Glases, die wenig austräget, weit. Die Luft, wenn sie in C stille stehet, machet ein Oval, so 3 Linien 6 Scrupel lang, 2 Linien 4 Scrupel breit ist. Und ist diese Blase sehr beweglich bey der geringsten Veränderung in der Lage der Röhre AB: daher es auch schwer fället, sie mitten in C stille zu erhalten. Wenn die Röhre in A aufgehänget wird, so ist der Theil der Röhre, der mit Luft erfüllet, 2 Linien und 4 Scrupel lang. Je mehr das eine Ende der Röhre erhaben wird, je schneller steiget die Blase in die Höhe, und wird zugleich die Länge des Ovals verkürtzet.

§. 18. in Verfertigung des Wasser-Passes. Wie des Autoris seiner beschaffen.

Das 2. Capitel.

Von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien.

§. 19.

Den wagerechten Stand der flüßigen Materie kan man am bequemsten mit gebogenen gläsernen Röhren, die man auch Heber zu nennen pfleget,

Wie die gläsernen Röhren gebogen werden.

§. 19. get, unterſuchen. Es werden aber die Röhren, wenn ſie nicht gar zu dicke ſind, an einem gewöhnlichen Lichte, die andern aber an einer Lampe mit einem dicken Dachte gebogen. Man muß dabey einige Handgriffe brauchen, daß die Röhren nicht zerbrechen, auch an den Ecken A und C nicht zu ſcharf, ſondern in die Rundung gebogen werden. Man hält nemlich das Glas, wo es ſoll gebogen werden, an die Flamme des Lichtes, bis es weich wird und durch die eigene Schwere des Theiles AB niedergebogen wird: welches man doch nicht frey, ſondern auf den Fingern aufliegen läſſet, damit es nicht zu ſtarck gebogen wird, ſondern man es lieber ſelbſt ſo viel biegen kan, als einem beliebet. Daher man ſich gewöhnen muß, mit dem Biegen ſehr gemächlich umzugehen: ſonſt ſpringet die Röhre entzwey, oder wenigſtens bieget man ſie zu ſtarck. So bald man aber vermercket, daß ſie zum biegen willig wird, muß man ſie von dem Puncte B an, wo ſie ſich zu biegen anfänget, noch immer weiter fort gegen C zu in die Flamme ſchieben, bis man ſie genung gebogen hat, nachdem es nemlich unſer Vorhaben erfordert. Und auf ſolche Weiſe kan man die geraden gläſernen Röhren in alle Figuren krümmen, ſie mögen ausſehen wie ſie wollen. Nur iſt noch dieſes zu mercken, daß man den Theil des Glaſes,

Tab. I. Fig. 4.

Vorſichtigkeit dabey.

Glases, der im Feuer gewesen, nicht auf einmahl, sondern nach und nach aus dem Feuer und von ihm wegbringen muß, denn sonst pfleget die Röhre entweder daselbst zu springen oder wird doch sehr gebrechlich, daß sie nachdem, ehe man sichs versieht, durch den geringsten Stoß zerbrochen wird. §. 19.

§. 20. Damit wir nun den wagerechten Stand der flüßigen Materien erkennen möchten; so habe ich anfangs eine Röhre genommen, da die beyden Schenckel AB und DC von gleicher Grösse und Weite waren, und auf dem untern Theile BC perpendicular stunden. In diese Röhre habe ich Wasser gegossen, welches dann in einem Schenckel so wohl, als in dem andern in die Höhe gestiegen. Es giebet zwar der Augenschein, daß, wenn man die Röhre gerade vor sich hält, damit die beyden Schenckel AB und DC mit der Länge unsers Leibes, indem wir aufgerichtet stehen, parallel sind, das Wasser in dem einen AB so hoch stehet, als in dem andern: allein damit man die Beschaffenheit des wagerechten Standes der flüßigen Materien klärer und deutlicher erkennen möchte; so habe ich mich dabey des Wasser-Passes (§. 18.) auf doppelte Weise bedienet. Nachdem ich die Röhre, wie erst gemeldet worden, vor mich gestellet; so lege ich an die obersten Flächen

Erster Versuch von dem wagerechten Stande der flüßigen Materie.

Tab. I. Fig. 4.

§. 20. Fig. 3. Flächen des Wassers E und F in beyden Schenckeln den Wasser-Paß. Weil nun das Bläslein alsdann in der Mitte stehen bleibet; so ist klar, daß die Linie EF horizontal sey, und also beyde obere Flächen des Wassers in einer Horizontal-Linie stehen, folgends von dem Mittel-Puncte der Fig. 3. Erde gleich weit weg sind (§. 18.). Ich lege den Wasser-Paß AB an eine an der Wand hangende Tafel, und wende ihn so lange, bis das Bläslein in C stille stehet, so ist ist die Linie AB horizontal (§. 18.). In Fig. 5. dieser mercke ich zwey Puncte auf der Tafel mit einem subtilen Stifte; so sind sie in der Horizontal-Linie, folgends wenn ich dadurch eine gerade Linie EF ziehe, so ist dieselbe horizontal. An diese Linie EF lege ich die gekrümmte Röhre ABCD dergestalt, daß die beyden Schenckel in L und K durchschnitten werden, und also vermöge der Beschaffenheit der Röhre auf EF perpendicular stehen. Wenn man nun die Höhen des Wassers LM und KN beyderseits mit dem Circul abnimmt; so wird man finden, daß sie von einer Grösse sind. Weil nun die Linie MN mit der Horizontal-Linie EF parallel ist (§. 25. Geom.); so ist sie gleichfals eine Horizontal-Linie und demnach wie vorhin klar, daß die beyden obern Flächen M und N in einer Horizontal-Linie stehen. Man darf auch nur die

Röhre

Röhre in M und N an die Horizontal-Linie legen; so wird man finden, daß, wenn das Wasser an einer Röhre in der Horizontal-Linie stehet, solches auch in der andern geschiehet. §. 20.

§. 21. Damit man das Wasser besser sehen kan, darf man es nur färben, z. E. roth, indem man etwas von geraspeltem Brasilien-Holtze hinein wirft und eine Weile darauf stehen lässet, bis es sich genug gefärbet: wozu einige Stunden erfordert werden. Wenn die Röhre nicht weit ist, wie gemeiniglich dergleichen Röhren sind, welche man an dem Lichte, oder der Lampe (§. 19.) zu biegen pfleget; so stecket man das eine Ende *A ins Wasser, und sauget an dem andern* D, wenn man die gebogene Röhre füllen will. Warum man das Wasser hinein saugen kan, wird sich unten an seinem Orte zeigen. Nächst diesem ist zu mercken, daß man zwar alles, was von dem wagerechten Stande im vorhergehendem Versuche zu dessen deutlicher Erkäntniß beygebracht worden, gründlicher erweisen kan: allein weil man in die Mathematick zu tief hinein geriethe und absonderlich die Beweise weitläuftig fallen würden, da ich in den deutschen Anfangs-Gründen nicht alle hierzu nöthige Sätze erwiesen; so lasse es vor diesesmahl hierbey bewenden. Man siehet aber schon zum voraus, wie man überall der Mathematick

Vorsicht bey dem Versuche.

Tab. I. Fig. 4.

Warum man nicht alles davon demonstriret.

Nutzen der Mathematick in

von

§. 21. von nöthen hat, wenn man auch in Dingen, die zur Erkäntniß der Natur und Kunst gehören, sich nicht übereilen will. Vielleicht werden unverständige das für unnütze Subtilitäten ausschreyen, was ihnen zu hoch ist: allein wem bekannt ist, wie leicht man sich betrügen kan, wo man nicht alles genau in acht nimmet, und wie gefährlich es ist, wenn man einen Fehltritt bey demjenigen thut, was man als Gründe, andere Dinge daraus zu erklären, annimmt, derselbe wird gantz anders urtheilen. Hierzu kommet, daß die Vorsichtigkeit im Observiren und Experimentiren durch die Uebung kommet, und diese anfangs im leichten geübet werden muß, weferne man geschwinde zu einer Fertigkeit kommen will.

Erkäntniß der Natur. Warum man im Experimentiren genau verfahren muß.

§. 22. Nun ist zwar hier nicht nöthig, daß ich von allen demjenigen, was durch Versuche heraus gebracht wird, einen Beweiß beyfüge, und könnte ich hier um so viel eher dieser Mühe entübriget seyn, weil ich den wagerechten Stand der flüßigen Materien schon anderswo (§. 17. Hydrost.) ausführlich erwiesen: jedoch finde ich nicht ohne Nutzen zu seyn, wenn ich etwas von dem Grunde, worauf der wagerechte Stand des Wassers in gegenwärtigem Versuche beruhet, hinzusetze, weil solches ein Licht geben wird, welches einem in andern Fällen wird leuchten können. Der wage-

Grund des wagerechten Standes in vorigem Versuche.

wagerechten Stand des Wassers in gegenwärtigem Versuche wird durch den Satz des zureichenden Grundes begriffen. Da beyde Schenckel der gekrümmten Röhre AB und DC gleich weit sind, und die Höhen des Wassers ML und NK von gleicher Grösse erfunden werden (§. 20.); so kan man das Wasser beyderseits als zwey Cylinder von einer Grund-Fläche und einerley Höhe ansehen (§. 29. Geom.). Weil nun gleich viel Wasser auch gleich schwer ist; so ist alles auf einer Seite so beschaffen, wie auf der andern. Und demnach ist kein Grund vorhanden, warum das Wasser vielmehr in der Röhre DC als in der Röhre *AB höher stehen solte.* Da nun ohne einen zureichenden Grund nichts geschehen kan (§. 30. Met); so kan auch das Wasser in keiner Röhre höher stehen als in der andern. §. 22. Tab I. Fig. 5.

§. 23. Wenn wir den Beweis erwegen, so werden wir befinden, daß von dem Wasser nichts weiter angenommen wird, als daß es die Figur der Röhre annimmt und schwer ist. Da nun das erstere allen flüßigen Cörpern zukommt (§. 6.); so bleibet der Beweis in allem wie vorhin, man mag in die Stelle des Wassers einen flüßigen Cörper setzen, was man vor einen will, wenn er nur schwer ist. Und also siehet man vorher, ehe man es versuchet, daß alle übri-

Was von dem wagerechten Stande des Wassers gesaget worden, gilt von allen flüßigen Materien, die schwer sind.

§. 23. ge flüßige Materien, die schwer sind, in gebeugten Röhren zu beyden Seiten gleich hoch stehen müssen. Und haben wir hier ein Exempel, wie sich dasjenige, was durch Erfahrung erkannt wird, in einen allgemeinen Satz bringen lässet (§. 15. c. 5. Log.).

Wie man durch Erfahrung zu allgemeiner Erkäntniß kommt,

Nemlich in unserm Falle wird das Wasser nicht angesehen als Wasser, sondern als eine flüßige Materie, die schwer ist, und demnach kan man eine jede andere flüßige Materie an seine Stelle setzen. Und siehet man demnach vermittelst der Vernunft vorher, was erfolgen wird, wenn dieses geschiehet.

und sich derselben mehr vergewissert.

Wenn man nun zum Ueberfluß es mit Spiritu vini, welcher leichter ist als das Wasser, und mit Queckſilber, so viel schwerer ist als dasselbe (§. 8.), ja das schwereste unter allen flüßigen Materien, die uns bekannt sind, versuchet: so findet man, es sey wahr, was man vorher gesehen, und wird dadurch in der Richtigkeit des Beweises und daraus geleiteten allgemeinen Satzes bestätiget.

Warum sich der Autor bey leichten Dingen aufhält.

Es verdreußt mich nicht dieses bey dem gegenwärtigen leichten Exempel zu erinnern, weil wir es auch in andern Fällen werden nöthig haben, wo man nicht so leicht darauf fallen würde, und weil meine Absicht zugleich diese ist, daß ich zu genauer Untersuchung und gründlicher Erkäntniß der Natur und Kunst Anleitung gebe. Man soll in allen Dingen von dem leichten anfan-

fungen, und mit seinen Gedancken bey dem stille stehen bleiben, was man gleich siehet, damit einen nicht dasjenige befremdet, was man nicht so leicht sehen kan. §. 23.

§. 24. Nach diesem habe ich die Figur der Röhren auf allerhand Art und Weise geändert, damit man noch mehrere besondere Umstände von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien anmercken könte. Und zwar habe ich anfangs nur den Stand der vorigen Röhre ABCD geändert, daß die Schenckel AB und CD nicht mehr, wie vorhin, mit der Horizontal-linie IK einen rechten Winckel gemacht, sondern vielmehr einen schiefen. Da ich denn wie vorhin §. 20.) *gefunden, daß die Ober-Fläche des* Wassers in beyden Röhren in einer Horizontal-Linie EF gestanden, und die Höhen EO und DL, oder die Entfernungen der obern Fläche des Wassers von der Horizontal-Linie IK, gleich groß gewesen. Und so ist es beständig befunden worden, man mag die Röhre gegen die Horizontal-Linie IK gestellet haben, wie man nur immer will. Anderer Versuch vom wagerechten Stande flüßiger Materien. Tab. I. Fig. 6.

§. 25. Hierauf habe ich eine Röhre ABCD genommen, da der eine Schenckel AB auf dem Theile BC gleich aufgerichtet, oder perpendicular gestanden, der andere aber DC mit ihm einen schiefen Winckel gemacht. Nachdem diese Röhre mit roth gefärbtem Wasser (§. 21.) gefüllet, und durch den Wasser- Dritter Versuch. Tab. I. Fig. 7.

§. 25. ser-Paß die Horizontal-Linie HR determiniret worden (§. 18.), so habe die Röhre dergestalt gerichtet, daß AB mit gedachter Horizontal-Linie HR einen rechten Winckel gemacht: da denn DC mit eben derselben nicht anders als einen schiefen machen können, indem BC an der Horizontal-Linie gelegen. Nachdem der Stand des Wassers untersuchet worden (§. 20.); so sind die Flächen des Wassers E und F in beyden Röhren abermahls in der Horizontal-Linie EF und demnach die Höhe FG der Höhe EI gleich, das ist, beyder Flächen E und F Entfernungen von der Horizontal-Linie HR sind einander gleich gewesen. Hieraus erhellet, daß das Wasser in einer schiefen Röhre DC mit dem in einer geraden EI die Wage hält, wenn seine Ober-Fläche über der Horizontal-Linie so hoch erhaben ist als das andere, oder wie man insgemein zu reden pfleget, wenn es gleich hoch stehet. Und demnach kan man jederzeit das eine in die Stelle des andern setzen, so wohl wenn man etwas durch Nachdenken suchet, oder erweisen will; als auch wenn man Versuche anstellet. Denn gleiches kan man ohnbeschadet der Grösse und was davon herrühret für einander in die Stelle setzen.

Erinnerung.

§. 26. Wer den Beweiß verlanget, warum das Wasser in der schiefen Röhre CF mit dem in der geraden EI die Wage hält,

wenn

wenn es beyderseits gleich hoch stehet, der muß die Anfangs-Gründe der Hydrostatick (§. 22.) nachschlagen. Daselbst wird er finden, daß das Wasser in der Röhre CF nicht mehr gegen B als das in der Röhre EB gegen C drucket. Dieses wird überhaupt von allen schweren Cörpern in der Mechanick erwiesen (§. 113. Mech.), und soll an seinem Orte, wo nemlich von dem wagerechten Stande der festen Cörper gehandelt wird, auch durch Versuche ausgemacht werden. §. 26. Tab. I. Fig. 7.

§. 27. Um die verschiedenen Umstände von dem wagerechten Stande des Wassers weiter auszumachen, habe ich noch ferner eine Röhre FEDCBA genommen, davon die beyden *Theile FE und DC auf ED* recht winckelicht stunden, *AB* aber mit ihnen parallel war. Nachdem ich diese Röhre gerade vor mich gestellet, das ist, dergestalt, daß die Theile FE, DC, AB auf der durch den Wasser-Paß determinirten Horizontal-Linie MN perpendicular waren (§. 18.); so ist abermahls das Wasser beyderseits in den Röhren *AB* und FE gleich hoch, nemlich in der Horizontal-Linie GH stehen blieben. Wenn die Röhren gantz voll gefüllet worden; so ist das Wasser in A heraus gelauffen, wenn ich den Finger weggethan, damit die Röhre AB zugehalten ward, bis es in der Röhre FE nicht höher als in M, und demnach abermahls in beyden Röhren an der Horizon- Vierter Versuch. Tab. I. Fig. 8.

§. 27. tal-Linie AM gestanden. Warum dieses geschiehet, ist gar leicht durch das vorhergehende zu begreifen. Denn weil die schweren Cörper gerade nieder drucken (§. 40. Mech.), so drucket das Wasser DE nicht mit auf das in DC, sondern bringet nur darauf den Druck des in der Röhre FE, und ist solchergestalt das Wasser ME und DC nicht anders anzusehen, als wenn es in einem fortgienge, und eine gerade aufgerichtete Röhre erfüllete, deren Höhe so groß wie GE und DC zusammen, das ist, wie GP wäre. Da nun HB eben dergleichen Röhre ist: so muß vermöge des ersten Versuches (§. 20), das Wasser beyderseits bis an die Horizontal-Linie GH stehen bleiben. Man kan es auch folgender Gestalt erweisen. Das Wasser in ED, wie wir gesehen, drucket nicht mit gegen das Wasser in BA. Nun hält das Wasser in GE mit dem in OH und das in DC mit dem in OB die Wage (§. 22.): derowegen muß das Wasser in GE und DC zusammen mit dem in HB die Wage halten. Man mag auch hier die Röhre auf der Horizontal-Linie MN niederbeugen, wie man will; so wird das Wasser beständig wie vorhin (§. 24.) beyderseits bis an eine Horizontal-Linie reichen. Dieser Versuch zeiget daneben insbesondere, daß der Druck der flüßigen Materie durch eine andere, die nicht mit drucket, fortgeleitet wird, auf diejenige,

Daß der Druck durch eine Materie die nicht

ge, welche mit ihr in einem fortgehet: welches eben daraus klar ist, weil das Wasser in HB mit dem in GE und DC eben so die Wage hält, als wenn die beyden Theile der Röhre GE und DC an einander wären, und in einem fortgiengen. Warum die flüßigen Materien diese Eigenschaft haben, wird sich nach diesem begreifen lassen, wenn wir ihren Druck etwas genauer untersuchen werden. Man muß aber bey Versuchen alles annmercken, was sich darinnen zeiget, und sie bringen uns solchergestalt öfters zufälliger Weise auf etwas, dazu man öfters schwer gelangen würde, wenn man mit Vorhaben darauf kommen solte. Wer hierauf acht hat, der wird bey wichtigern Fällen eben dergleichen finden.

§. 27. mit druckt, fortgeleitet wird.

Erinnerung.

§. 28. Ich habe noch weiter eine Röhre genommen, woven der eine Schenckel EB auf dem unteren Theile BD gerade aufstund, der andere hingegen auf die Art gekrümmet war, wie die Figur ausweiset. Wenn abermahls durch den Wasser-Paß die Horizontal-Linie HR determiniret (§. 18.) und die Röhre EBDF dergestalt darauf aufgerichtet ward, daß BD an ihr lag, und also EB auf ihr perpendicular war; so ist abermahls das Wasser beständig in einer mit der Horizontal-Linie HR parallel gezogenen AC stehen blieben, es hat so viel Wasser mögen hinein gegossen werden, als einem

Fünfter Versuch. Tab. I. Fig. 9.

§. 28. beliebet, und ist der gegen die Horizontal-Linie inclinirte Theil KO so weit voll geblieben, wo ihn die Horizontal-Linie AI durchschnitten, in dem übrigen Raume KC ist es nicht weiter als bis an gedachte Horizontal-Linie gegangen. Und hieraus erhellet, daß das Wasser KCOLQD mit dem in AB in Ansehung seines Druckes gleich zu achten sey, und man in Beurtheilung des wagerechten Standes lediglich auf die Horizontal-Linie zu sehen habe, die durch die Fläche A in einem Orte gezogen wird, auf der andern Seite mag es durch so krumme Gänge gehen, als es immer will. Es lässet sich auch die Gleichgültigkeit des Druckes eben so, wie in dem vorigen Versuche zeigen, wenn man die Theile des Wassers in der gekrümmten Röhre, wo es niederwärts drucket, durch Parallel-Linien mit der Horizontal-Linie HR durchschneidet: denn hierdurch wird die Röhre AB in die einem jeden davon gleichgültige Theile zertheilet. Der Kürtze halber habe ich solches einem jeden selbst zu thun überlassen.

Sechster Versuch. Tab. II. Fig. 10.

§. 29. Ich habe endlich eine Röhre dergestalt gebogen, daß die Schenckel AB und DC auf BC und DE, hingegen die andern EF und HG auf FG und DE perpendicular gestanden, und DC und EF viel grösser gewesen, als AB und HG. Nachdem die Ho-

Horizontal-Linie HR durch den Waſſer-Paß determiniret (§. 20.), und die Röhre darauf gehöriger Weiſe, wie vorhin, aufgerichtet worden; ſo iſt das Waſſer in den Röhren AB und GH beſtändig gleich hoch darüber, z. E. in der Horizontal-Linie IK ſtehen blieben: hingegen CDEF iſt allzeit gantz erfüllet geweſen, es mochte ſo wenig Waſſer in den Röhren AB und HG ſeyn, als immermehr wolte. Das kommt einem wunderlich vor. Denn das Waſſer IB hält nur die Wage mit dem Waſſer LC und das in KG mit dem in FM (§. 20.). Nun drucket aber gegen BI nicht allein das Waſſer LC, ſondern auch das übrige bis LD, nemlich der gantze Cylinder CD, und gegen KG drucket nicht allein das Waſſer in FM, ſondern auch das in ME, nemlich der gantze Cylinder FE. Und alſo kan nicht IB mit DC und KG mit FE die Wage halten. Derowegen ſolte man meinen, es müſte ſich das Waſſer in der Röhre DC bis in O, und in der Röhre EF bis in P ſetzen (§. 20.): welches doch aber vermöge der Erfahrung nicht geſchiehet. Es iſt demnach nöthig, daß wir unterſuchen, woher dieſes komme. §. 29. Scrupel, ſo hierbey entſtehet.

§. 30. Es iſt allerdings klar (§. 20.), daß das Waſſer in IB nicht mit mehrerem als dem in CL und das in KG nicht mit mehrerem als dem in FM die Wage halten kan. Daß die Luft ſchwer ſey.

§. 30. Tab. II. Fig. 10. Nun ist ferner klar, daß das Wasser in DL mit dem in LC zugleich gegen das in IB und das in EM mit dem in MF zugleich gegen das in GK drucket, und folgends das in BI dem stärcker druckenden in CD und das in KG dem stärcker druckenden in EF weichen muß, woferne nicht mit beyden, nemlich sowol dem in BI, als dem andern in GK noch was anders dem stärcker druckenden in CD und FE widerstehen hilft. Wir finden keine flüßige Materie, die auf das Wasser in IB und KG drucken kan als die Luft. Und demnach muß die Luft beyderseits dem Wasser in LD und ME Widerstand thun, und solchergestalt wie das Wasser niederwärts drucken. Derowegen ist klar, daß die Luft schwer sey (§. 40. Mech.). Wir haben demnach die Schwere der Luft durch einen sehr schlechten Versuch gezeiget, und erhellet hieraus, daß man auf eine sehr leichte Weise die Schwere der Luft hätte entdecken können, wenn man im Experimentiren ordentlich verfahren wäre, und den Vorurtheilen nicht Raum gegeben hätte. Ich setze dieses letztere mit Fleiß dazu: denn sonst möchte man aus der Aristotelischen Natur-Lehre antworten, wenn das Wasser aus D gegen C herunter fallen solte, bis es mit dem in AB gleich hoch stünde, so würde in der Röhre DC ein leerer Raum entstehen, die Natur aber könne keinen

Einwurf wird aus dem Wege geräumet.

nen leeren Raum leiden. Allein man siehet §. 30.
lacht, daß, was von der Wiederwärtigkeit der Natur über dem leeren Raume oder ihrer Furcht vor demselben gesaget wird, leere Wörter sind, mit denen man keinen Begrif verknüpfet (§. 6. c. 2. Log.). Hingegen wenn ich finde, daß etwas gegen das andere drucket, und dieses kan ihm vor sich allein nicht widerstehen, ich finde aber gleichwohl, daß es nicht weichet; so ist der Vernunft gemäß, daß etwas anderes mit ihm widerstehen muß, und, da es durch Drucken Wiederstand thut, eben so wie dasselbe niederdrucken muß. Wolte man den Einwurf eines Aristotelischen Welt-Weisen *handgreiflich* widerlegen; so dürfte man nur die Röhren *CD* und *EF* über dreyssig und etliche Zoll, hingegen BA und HG nicht über einen, bis ein paar Zoll machen, und sie mit Queckſilber füllen: so würde das Queckſilber beyderseits herunter fallen und oben einen von Luft leeren Raum TDES lassen. Und dann könte man nicht sagen, daß das Queckſilber in den Röhren CT und FS höher stünde als in KG und IB, weil sich die Natur vor dem leeren Raum fürchtete. Allein da wir nach diesem die Schwere der Luft auf andere Weise unwidersprechlich zeigen, und zugleich durch zulängliche Gründe erweisen werden, wodurch man dasjenige begreifen kan, was hier zu versuchen an-

Wie solches handgreiflich geschiehet.

Warum es aber überflüßig.

ge-

§. 30. gegeben wird; so halte ich auch für unnöthig, diesen Versuch mit dem Queckſilber anzuſtellen.

Siebender Versuch.

§. 31. Wenn eine enge Röhre von Glase ABCDEF dergestalt gebogen wird, daß, indem sie gerade vor uns stehet, die eine Eröfnung A niederwärts gehet, die andere F aber aufwärts gerichtet ist, und man füllet sie wie vorhin mit Wasser; so bleibet das Wasser stille stehen und flieſſet nicht das geringste in A heraus, so lange die beyden Flächen des Wassers G und I in einer Horizontal-Linie GI sich befinden. Es ist klar, daß das Wasser in IE einig und allein mit dem in HD die Wage hält (§. 20.). Da nun aber das in CH gleichfals gegen EI drucket, so muß ihm die Luft, welche auf das Wasser in IE drucket, widerstehen (§. 30.). Das Wasser in BG drucket vermöge seiner Schwere gleichfalls nieder. Da nun in keinem Theile von der Röhre Wasser zu finden, welches ihm Widerstand thäte; so kan abermahls nichts als die Luft, welche in A ihm entgegen drucket, widerstehen (§. cit.). Daß aber das Wasser zu einer engen Röhre nicht heraus läuft, kommt daher, weil in der engen Eröfnung Luft und Wasser nicht einander ausweichen können, und demnach die Luft nicht zugleich hinein gehen mag, indem das Wasser heraus läuft: welches wir sehen, daß es sonst geschiehet,

Tab. II. Fig. II.

Wird aus der Schwere der Luft erkläret.

wo

we Wasser aus Gefässen mit weiten Eröf- §. 31.
nungen gegossen wird.

§. 32. Wenn das Wasser in der Röhre EF, deren Eröfnung aufwärts gehet, niedriger stehet, als das Wasser in AB herunter reichet, als wenn dieses bis in O gehet, jenes aber bis in L stehet; so ziehet sich das Wasser in der Röhre AB in die Höhe, und steiget in der Röhre EF gleichfals in die Höhe, lauffet auch in F so lange heraus, bis es in der Röhre CD mit ihm einerley Höhe in O erreichet. Damit wir nun die Ursache finden, warum das Wasser in der Röhre GB in die Höhe steiget; so müssen wir alles genau überlegen, was hierbey vorkommet. Achter Versuch. Tab. II. Fig. II.

Da das Wasser in GB wider seine natürliche Schwere in die Höhe steiget; so muß es stärcker in die Höhe gestossen werden, als es durch seine Schwere nieder drucket. Nun ist nichts vorhanden als die Luft, welche es in die Höhe treiben könte. Da nun aber die Luft einmahl so starck drucket, als das andere, das Wasser mag in der Röhre EF hoch oder niedrig stehen; so siehet man, daß es auf die Luft, welche in A drucket, allein nicht ankommt. Wir müssen demnach untersuchen, wie das Wasser etwas dazu beytragen kan. Das Wasser in LE mit der Luft, die durch die Eröfnung F darauf drucket, nebst dem Wasser in BG drucken gegen das Wasser in der Röhre DC und die Wird erkläret.

Luft

§. 32. Luft in A, wenn wir annehmen, daß der Druck in einer flüßigen Materie fortgehet, so lange sie aneinander hänget, oder in einem fortgehet (§. 27.), nemlich daß in unserm Falle die Luft und das Wasser in LE ihren Druck bis durch das Wasser in ED, DC und CB zu dem Wasser in BG und hinwiederum die Luft, welche in A drucket, ihren Druck durch das Wasser in GB und BC bis durch das in CD erstrecken. Nun drucket die Luft in A so viel als in F, indem keine Raison vorhanden, warum sie nicht so viel in A als in F drucken sollte, wie schon angemercket worden. Das Wasser aber in der Röhre CD drucket stärcker, als das in EL und GB, indem das in LE mit DM und das in GB mit HC die Wage hält (§. 20.), folgends ist der Druck gegen F und HM stärcker als gegen A. Und demnach muß die Luft in der Röhre LE weichen, das Wasser in die Höhe steigen, und solchergestalt zugleich das Wasser in der Röhre BG sich hinauf ziehen, oder, der Wahrheit gemäß zu reden, von der Luft in die Höhe und durch die Röhre BC gestossen werden, bis es in O mit dem in EF in wagerechten Stand gesetzet wird (§. 20.). Weil auf keine andere Weise sich begreifen lässet, wie die Luft in A das Wasser in der Röhre BG fortstossen kan, daß es wider seine Schwere in die Höhe steigen muß, als wenn man annimmt, daß

Daß der Druck durch eine flüßige Materie, die

der

der Druck der Luft in F mit dem Drucke des Wassers EL durch das Wasser DC und CB bis zu dem in BG erstrecket wird, und wiederum der Druck der Luft in A durch das Wasser in GB und BC bis zu dem in CD: so erhellet auch hieraus, daß die flüßigen Materien ihren Druck so weit erstrecken, als sie in einem fortgehen. Und dieses werden wir unten bey Untersuchung des Druckes der flüßigen Materien noch weiter untersuchen, damit man desto weniger daran zu zweifeln Ursach habe.

§. 32. nicht mit druckt, fortgeleitet wird.

§. 33. Man kan die Röhren zwar noch auf verschiedene Art beugen: allein aus demjenigen, was wir beygebracht haben, lässet *sich das übrige alles ausmachen*, dergestalt, daß wenn man die Figur der Röhre nur hinzeichnet und setzet, wie weit sie mit Wasser erfüllet seyn soll, man gleich voraus sehen kan, was erfolgen muß, ob nemlich dasselbe werde so stehen bleiben, oder ob es sich werde bewegen müssen, und auf welche Seite in dem letztern Fall die Bewegung folgen werde. Und demnach ist nicht nöthig, daß wir hiervon ein mehreres beybringen.

Warum nicht mehrere Versuche von der Art angestellet werden.

§. 34. Bisher haben wir allezeit angenommen, daß die Röhren zu beyden Seiten von gleicher Weite sind. Allein da es auch geschehen kan, daß sie ungleiche Weite haben, so wird nun noch ferner zu untersuchen seyn,

Neunter Versuch in Röhren von ungleicher Weite.

§. 34.

seyn, was es vor eine Bewandniß mit dem wagerechten Stande der flüßigen Materie habe, wenn die Röhren von ungleicher Weite sind. Dieses nun durch Versuche zu zeigen, habe ich ein Gefässe AB machen lassen, daran zwo Röhren CD und EF dergestalt gelöthet waren, daß beyde mit der Höhe desselben parallel gewesen. Als ich reines Wasser hinein goß, nachdem ich das Gefässe auf einen Horizontal gerichteten Tisch vor mich gesetzet hatte, bis es oben an die Röhre EF gieng; so stund das Wasser auch in der weiten Röhre CD und in dem Gefässe AB selbst eben so hoch, das ist, auch hier waren alle drey Flächen des Wassers in einer Horizontal-Linie HG. Und hieraus erhellet, daß man in dem wagerechten Stande des Wassers nur auf die Erhöhung über die Horizontal-Linie, keinesweges aber auf dessen Menge zu sehen hat. Wer es versuchen will, kan das Gefässe AB so weit machen, als er nur immer will, und er wird dadurch doch nicht zuwege bringen, daß es in der Röhre DC deswegen höher steiget. Es ist auch nicht nöthig, daß wir hier mit ungleich weiten Röhren von neuem versuchen, was im vorhergehenden mit gleich weiten versuchet worden. Ein jeder siehet, daß es eben so, wie dort eintreffen muß.

Tab. II. Fig. 12.

§. 35.

§. 35. Wenn man die Eröfnung der Röhren CD und EF mit dem Finger zuhält, daß kein Wasser weiter hinein steigen kan, und nach diesem mehreres Wasser in das Gefässe hinein geußt; so wird das Wasser zu der Röhre EF, so bald man den Finger weg thut sehr geschwinde heraus fliessen, ob es sich gleich in der Röhre AB sehr langsam setzet. Man kan gar leicht begreifen, warum dieses so geschehen müsse. Denn weil durch die gantze obere Fläche im Gefässe das Wasser beständig gleich hoch stehet und auch nicht anders stehen kan (§. 20.); so muß es sich durch das gantze Gefässe überall gleich viel auf einmal setzen. Nun kan durch die kleine Eröfnung nicht so viel Wasser heraus laufen als sich im Gefässe setzet, wenn es sich mit einerley Geschwindigkeit bewegen solte, und demnach muß es sich um so viel geschwinder bewegen, je enger die Röhre ist.

§. 35. Zehenter Versuch, von der geschwindern Bewegung in der engen, als in der weiten Röhre. Tab. II. Fig. 12.

§. 36. Und hieraus siehet man, warum das Wasser in der kleinen Röhre EF oder CD nicht höher steigen kan, als im Gefässe AB. Nemlich wenn das Wasser in der kleinen Röhre höher steigen soll, als in der grössern; so muß es um so viel geschwinder beweget werden, je enger die Röhre EF oder CD ist als das Gefässe AB Nun ist aber aus der täglichen Erfahrung bekannt, auch anderswo bereits ausgeführet (*Experim. T. I.*). D wor-

Ursache des neunten Versuches.

§. 36. worden (§. 657. Met.), daß ein Cörper um so vielmehr widerstehet, je schneller man ihn bewegen will. Und demnach ist klar, daß das Wasser in einer engen Röhre dem in der weiten so viel widerstehen kan, als wenn es selbst in einer grössern Menge in einer gleich weiten Röhre angetroffen würde. In den Anfangs-Gründen der mathematischen Wissenschaften (§. 18. Hydrost.) ist erwiesen worden, daß das Wasser in der engen Röhre eben so viel widerstehet, als das in der weiten drucket, und im folgenden wird sich auch dieses durch Versuche noch umständlicher zeigen lassen. Nemlich unterweilen siehet man aus einem Versuche, daß etwas eine Ursache seyn müsse: wenn man nun die Gewißheit dessen durch andere Versuche zeiget, so hat ein hartnäckiger Gegner nicht mehr Ursache einzuwenden, als wenn man es blos deswegen als eine Ursache annähme, damit man den Versuch erklären könne.

Wie hartnäckige Gegner zu bedeuten.

Eilfter Versuch mit Materien von verschiedener Schwere.

§. 37. Bisher haben wir in allen Versuchen angenommen, daß die flüßige Materie, welche von beyden Seiten gegen einander drucket, einerley z. E. Wasser oder Queckſilber sey: und also ist noch übrig, daß wir auch untersuchen, was es mit dem wagerechten Stande der flüßigen Materien für eine Beschaffenheit hat, wenn von beyden Seiten Materien von verschiedener Schwe-

Schwere sind. Zu dem Ende habe ich den Versuch folgendergestalt angestellet. Weil das Queckſilber ſchwerer iſt als das Waſſer (§. 8.) und alſo in dieſem unterſincket (§. 16.); ſo habe ich zuerſt in die Röhre ABCD Queckſilber gefüllet, bis es zu beyden Seiten etwas in den beyden Schenckeln AB und DC, bis an die Horizontal-Linie HI, erhoben geweſen (§. 20.). Man bringet es aber am füglichſten hinein, wenn man das eine Ende A in das Queckſilber ſtecket und an dem andern D ſauget, bis dem Augenſcheine nach genung davon in den Schenckel AB geſtiegen. Wenn man alsdann die Röhre behende in etwas beuget, daß die Eröfnung A höher kommt, als der Theil BC, ſo kan man ſie aus dem Gefäſſe zurücke nehmen, daß das Queckſilber darinnen bleibet. So bald man die Röhre aufrichtet, ſetzet ſich das Queckſilber in ſeinen wagerechten Stand (§. 20.). Weil wir nach dem ſehen werden, daß es beſſer ſey, wenn viel Waſſer in der Röhre iſt, als wenn man wenig darinnen hat; ſo kan es geſchehen, daß man zu viel Queckſilber hinein geſogen. Und in dieſem Falle darf man nur die Röhre AB etwas, jedoch ſehr wenig und ſehr gemächlich neigen; ſo kan man durch die Eröfnung A ſo viel in das Gefäſſe wieder zurücke flieſſen laſſen, als einem beliebet. Wenn man nun ſo viel Queckſilber in der

§. 37.

Tab. I. Fig. 4.

Wie man die Röhre füllet.

§. 37. Röhre hat, als man zu seinem Vorhaben gut zu seyn erachtet, nemlich, daß man urtheilet, wenn das Wasser von der einen Seite dazu komme, werde das Queckſilber die Röhre BC gantz erfüllen, jedoch in dem Schenckel AB, worinnen das Wasser ist, nicht gar zu hoch darüber stehen, damit dem Wasser nicht der Raum benommen wird; so kan die Röhre AB mit Wasser gefüllet werden. Sie wird am bequemsten entweder mit einem sehr zarten Stechheber AB oder gemeinen Heber CDE gefüllet, von denen an seinem Orte ausführlicher Meldung geschehen soll. So bald das Wasser hinein kommt, drucket es das Queckſilber nieder, z. E. aus H bis in B, und dieses steiget in der Röhre CD in die Höhe, z. E. aus I in L. Als ich Wasser bis in E goß, daß die Höhe desselben BE 492 Ser hielt; so war die Höhe des Queckſilbers, welches mit ihm die Wage hielt, CL 36. Damit ich diese Höhen genau finden konnte, richtete ich die Röhre gerade vor mir auf an einer Tafel, und legte B, wo das Queckſilber und Wasser einander berühren, an eine darauf gezogene Horizontal-Linie (§. 20.), welche in dem andern Schenckel BC den Punct C determinirte, wovon ich die Höhe des Queckſilbers, welches mit dem Wasser die Wage hielt, anrechnen muste. Die Höhe habe ich mit einem scharf zugespitztem

Tab. II. Fig. 13. 14.

Tab. I. Fig. 4.

Wie man die Höhen der Materien in Röhren findet.

spitzem Circkel genommen. Vermöge des §. 37.
gegenwärtigen Versuches verhält sich die
Höhe des Queckſilbers CL zu der Höhe des
Wassers BE, damit es die Wage hält, wie
36. zu 492, das ist, wenn man beyderseits
mit 12 dividiret, wie 3 zu 41 (§. 75.
Arithm.) oder 1 zu $13\frac{2}{3}$. Nun ist das
Queckſilber etwas mehr als $13\frac{1}{3}$ mahl so
schwer als das Wasser (§. 9.): und dem-
nach stehet das Wasser um so viel höher, je
schwerer das Queckſilber ist. Die Ursache
ist leicht zu begreifen. Wir wollen der Ursache deſ-
Deutlichkeit halber, wie auch insgemein zu sen, was
geschehen pfleget (§. 9.), an statt der Brüche der Versuch
1 setzen und demnach annehmen, das Queck- zeiget.
ſilber sey 14mahl so schwer als das Wasser,
und das Wasser stehe in gegenwärtigem
Versuche 14mahl so hoch wie das Queck-
ſilber. Weil die Röhren durchgehends
von einerley Weite sind, so ist in dem 14
mahl so hohen Raum 14mahl so viel Was-
ser enthalten, als in dem einfachen Raume
Queckſilber ist. Nun ist der vierzehente
Theil Queckſilber eben so schwer, als 14
mahl so viel Wasser (§. 9.). Derowegen
da man hier bloß auf die Schwere siehet,
so ist es gleich viel, ob ich in der Röhre BC
den vierzehenten Theil CL mit Queckſil-
ber erfüllet, oder vierzehen mahl so viel
Wasser darinnen habe: folgends weil
vierzehen mahl so viel Wasser, als Queck-

§. 37. silber darinnen ist, mit dem Wasser in der Röhre BA die Wage hält (§. 20.); so muß auch der vierzehente Theil Queckſilber mit ihm die Wage halten. Und also kan ich ohne den wagerechten Stand aufzuheben, jederzeit für 14 Theile Wasser einen Theil Queckſilber ſetzen.

Erinnerung. §. 38. Und eben hieraus ſiehet man, daß das Queckſilber in allen den gekrümmeten Röhren, damit wir oben den wagerechten Stand der flüßigen Materien unterſuchet haben (§. 24. & ſeqq.), mit dem Wasser die Wage halten muß, wenn man auf der einen Seite den vierzehenten Theil ſo hoch Queckſilber hinein füllet, als das Wasser auf der andern Seite ſtehet. Tab. I. Fig. 7. Z. E. wenn in der Röhre AB das Wasser von I bis in E hoch ſtünde; ſo dürfte in der Röhre CD das Queckſilber nur ſo hoch ſtehen, als der vierzehente Theil von der Höhe FG austräget. Fig. 6. Gleichergeſtalt wenn in der Röhre CD das Wasser von C bis in F hoch ſtünde; ſo dürfte das Queckſilber, damit es mit ihm die Wage hält, nur den vierzehenten Theil von OE hoch ſtehen. Fig. 8. Eben ſo wenn das Wasser von C bis M in die Röhre MEDCBA gienge; ſo dürfte das Queckſilber nur den vierzehenten Theil von der Höhe PM einnehmen. Fig. 9. Wenn in der Röhre EBDF das Wasser von B bis in A gienge; ſo dürfte das Queckſilber bis an die Horizontal-Linie

gehen,

gehen, welche durch den vierzehenten Theil der Höhe CD gezogen wird, z. E. bis in Q, wenn QD der vierzehente Theil von der Linie CD wäre. Hingegen wenn auch alle Gänge der gekrümmten Röhre mit Waſſer erfüllet wären, ſo dürfte doch das Queckſilber in der Röhre BE nicht höher als den vierzehenten Theil von BM ſtehen. §. 38. Wenn in der Röhre ABCDEFGH das Waſſer von I bis F gienge, ſo dürfte das Queckſilber in der Röhre HG nur bis in den vierzehenten Theil von GK gehen. Wiederum, der vierzehente Theil der Röhre CD mit Queckſilber erfüllet hält die Wage mit dem gantzen Gefäſſe AB voll Waſſer, und der vierzehente Theil des Gefäſſes AB mit Queckſilber erfüllet hält die Wage mit dem Waſſer in der Röhre CD, wenn es auch gleich tauſend und mehr mahl ſo viel als das Waſſer wäre. Alles dieſes ſiehet man vorher, ehe man es verſuchet. Wer es aber verſuchen will, derſelbe kan den Verſuch anſtellen, ſo wird er alles ſo finden, wie wir es geſaget haben.

Tab. II. Fig. 10.

Fig. 12.

§. 39. Weil die Höhe der flüßigen Materien, die mit einander die Wage halten, ſich gegen einander verhalten wie ihre Schweren verkehrt genommen (§. 37.); ſo hat man hier einen neuen Weg, die Verhältniß der Schwere in verſchiedenen flüßigen Materien gegen einander zu determiniren. Jedoch iſt zu mer-

Wie die Schwere verſchiedener flüßigen Materien gegen einander zu determiniren.

§. 39. cken, daß, wenn sonderlich die Schweren nicht viel von einander unterschieden sind, man feine lange Röhren gebrauchen muß, woferne die Verhältniß sich soll genau bestimmen lassen. Wenn die flüßigen Materien sich mit einander vermischen, als Wasser und Wein, Spiritus vini und Wein oder Wasser; so muß der untere Theil der Röhre BC, der im Versuchen horizontal stehet, mit einer Materie erfüllet seyn, die schwerer ist als beyde Materien, die man gegen einander abwäget, und sich mit ihnen nicht vermischen lässet, als z. E. bey Wasser und Wein, ingleichen Spiritu vini und Wein, Queckſilber, oder auch Oleo Tartari per deliquium (§. 19.). Im Füllen ist in acht zu nehmen, was vorhin (§. 37.) erinnert worden.

Tab. I. Fig. 4.

Nutzen der Versuche vom wagerechten Stande des Wassers.

§. 40. Was von dem wagerechten Stande des Wassers in Röhren gesaget worden, lässet sich in allen Fällen anbringen, wo das Wasser oder eine andere flüßige Materie entweder von der Natur, oder durch die Kunst aus einem Orte in den andern durch allerhand Gänge geleitet wird. Z. E. wenn man einen Brunnen gräbet und das Wasser steiget darinnen bis auf eine gewisse Höhe herauf; so muß es in dem Orte, wo es durch unterirrdische Gänge herkommt, so hoch stehen, als es in dem Brunnen steiget. Wenn man durch Röhren

ren das Wasser aus einem Flusse in einen §. 40.
Teich bringen wolte, so kan dasselbe im Teiche nicht höher stehen, als es im Flusse stehet. Nimmt es im Flusse zu, so muß es auch im Teiche wachsen; fället es im Flusse, so setzet es sich auch im Teiche. Damit man aber desto leichter, was durch die Versuche im vorhergehenden heraus gebracht worden, in vorkommenden Fällen anbringen lerne: so ist zu mercken, daß in dem ersten Exempel der Brunnen die Röhre AB, Tab. I. Fig. 4.
der Wasser-Schatz, woher das Wasser darein kommt, die Röhre CD, und die unterirdischen Gänge, dadurch es aus diesem in jenen kommt, die Röhre BC vorstellet. Und weiß man aus den vorhergehenden Versuchen, daß nichts daran gelegen sey, durch was für krumme bald auf-, bald niedersteigende Gänge das Wasser gehet, auch nicht was für eine Figur das Behältniß des Wassers im Wasser-Schatze hat. Gleichergestalt stellet in dem andern Exempel der Fluß die Röhre DC, der Teich die Röhre AB, die Röhren, wodurch das Wasser aus dem Flusse in den Teich geleitet wird, die Röhre BC, auch zum Theil die Röhren AB und DC mit vor, in so weit nemlich darinnen das Wasser aus dem Flusse noch tiefer fället, und ehe es in den Teich kommt, wieder höher steiget. Wir werden nach diesem bey den Versuchen von der Luft,

§. 40. was wir hier von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien gelernet, gleichfalls vielfältig nutzen, und wird sich in der vernünftigen Betrachtung der Natur und ihrer Würckungen nicht weniger Nutzen zeigen.

Flüßige Materien von leichterer Art drücken schwerere in die Höhe.

§. 41. Wenn man auf den eilften Versuch acht hat, so wird man finden, daß das Queckſilber, ob es gleich viel schwerer ist als das Wasser (§. 9.), dennoch von ihm in die Höhe gedruckt wird (§. 37.). Und weil man hier sowol das Wasser, als das Queckſilber, nur als eine flüßige Materie ansiehet, die schwer ist, und zwar das Wasser als eine Materie von leichterer Art, das Queckſilber hingegen als eine von schwererer Art; so kan ein jeder begreifen, daß alles wie vorhin bleiben muß, wenn man vor diese beyde Materien zwey andere nimmt, deren eine von einer schwereren Art ist als die andere (§. 15. c. 5. Log.). Solchergestalt ist überhaupt klar, daß eine flüßige Materie von einer leichteren Art eine andere von einer schweren Art bewegen, und in die Höhe drucken kan. Ja wir haben schon dieses auch von der Luft und dem Wasser gesehen (§. 31.). Luft aber und Wasser sind beydes flüßige Materien, die eine Schwere haben (§. 7. 30.), und zwar von verschiedener Art, nemlich, die Luft ist eine flüßige Materie von leichterer Art als das Wasser (§. 17.). Allein wir wollen dieses der Deutlichkeit

lichkeit halber bald durch besondere Versuche zeigen. Es liessen sich auch noch aus denen bisherigen Versuchen verschiedene andere Dinge anmercken, wenn wir auf alles genau Acht haben wollten. Jedoch da vieles, was man bey einem Versuche zufälliger Weise anmercket, einigen Zweifeln unterworfen bleibet; man aber jederzeit darauf zu sehen hat, daß das, was durch Versuche heraus gebracht wird, von allen Zweifeln frey sey; so halte ich auch für rathsamer es bey dem bewenden zu lassen, was bisher angemercket worden, und das übrige an seinem Orte durch unstreitige Versuche auszumachen. Und dieses kan man einmahl für allemahl mercken. §. 41. Allgemeine Erinnerung.

Das 3. Capitel.

Von dem Drucke der flüßigen Materien, die eine Schwere haben.

§. 42.

Ich habe erst beyläufig angemercket, daß flüßige Materien von einer leichteren Art, die von einer schwereren in die Höhe drucken (§. 41.). Da wir nun im gegenwärtigen Capitel zu untersuchen haben, wie der Druck der flüßigen Mate- Flüßige Materien von schwererer Art drucken die leichteren.

§. 42. und vereinbaren ihren Druck mit ihnen. Tab. II. Fig. 15.

Materien beschaffen ist; so will ich auch dieses für allen Dingen durch besondere Versuche zeigen. In ein conisches Wein-Glas, das unten enge, oben aber weit ist, habe ich ein wenig Queckſilber bis DE hineingegossen. Ich habe aber mit Fleiß ein Glas erwehlet, so unten enge war, damit ich nicht allzuviel Queckſilber brauchte. Gantz wenig Queckſilber habe ich hinein gegossen, damit noch Raum genug für das Wasser übrig bliebe und die Würckung, welche man beobachten solte, auch mercklich seyn möchte (§. 37.). Auf das Queckſilber habe ich Wasser gegossen, bis das Glaß erfüllet war. Alsdann habe ich eine Röhre HL genommen und oben in H mit dem Finger verstopft, damit nichts von dem Wasser hinein kommen konte, als ich sie durch dasselbe ins Queckſilber hinein stieß. Noch sicherer ist es, wenn man die Röhre anfangs in das Queckſilber stecket, ehe man das Wasser darauf geußt: denn weil sich die Luft zusammen drucken läſſet, wie wir hernach zeigen werden: so wird allezeit etwas Wasser in die Röhre kommen, wenn man sie durch das Wasser durchstöſſet, so feste man auch die obere Eröfnung verwahret. Als die Röhre im Queckſilber stund und das Wasser darauf gegossen war; so sahe man, daß das Queckſilber in der Röhre ein wenig höher stund als im Glase, nem-

Handgrif im Versuche.

lich

lich bis O. Und also war klar, daß das Wasser das Queckſilber aus L bis in O in die Höhe druckte und ſeinen Druck durch das Queckſilber, darauf es ſtund, erſtreckte. Weil nun das Queckſilber in LO mit dem Waſſer im Glaſe, ſo über demſelben ſtehet, die Wage hält, ſo muß LO bey nahe der vierzehente Theil von der Höhe des Waſſers ſeyn (§. 37.). Wenn ſonderlich die Höhe des Waſſers nicht gar zu groß iſt, muß die Röhre nicht allzu enge ſeyn: maſſen das Queckſilber beſſer in einer etwas weiten Röhre, als in einer allzu engen in die Höhe getrieben wird. Daher man in einer allzu engen kaum mercket, daß das Queckſilber ſteiget, wenn das Waſſer ins Glas gegoſſen wird. Weil die Schwere des Waſſers und Queckſilbers gar zu viel von einander unterſchieden ſind (§. 9.); ſo kan man es auch mit Waſſer und Spiritu vini verſuchen. Nemlich man geußt in das Glas ABC rothgefärbtes Waſſer bis DE, daß man es beſſer ſehen kan. Damit ſich der Spiritus vini nicht damit vermiſchen kan, läſſet man gemächlich an dem Glaſe BE ein Oel, welches leichter als das Waſſer, aber ſchwerer als der Spiritus vini iſt, hinunter flieſſen, z. E. Baum-Oel oder Terpentin-Oel. Eben ſo gemächlich läſſet man den Spiritum vini hinein flieſſen, bis das Glas bey nahe voll iſt. Solchergeſtalt

§. 42.

Vortheile im Verſuche.

§. 42. gestalt bleibet das Wasser in seinem Raume CDE, das Oel in seinem EDFG und der Spiritus vini gleichfals in seinem FABG unvermischet stehen, und siehet man, daß das Wasser bis in K in der Röhre LH hinauf steiget, und, wenn die Röhre nicht gar zu enge ist, etwas niedriger als der Spiritus vini im Glase stehet. Nemlich in einer engen Röhre steiget die flüßige Materie allezeit etwas weiter in die Höhe als sie rings herum im Glase stehet: welches wir an seinem Orte untersuchen wollen. Hier ist klar, daß vermöge des Wassers DCE das Wasser in der Röhre nicht höher als bis in L stehen kan (§. 20.). Derowegen da es bis in K steiget; so muß der Spiritus vini durch das Oel das Wasser in die Höhe drucken. Und demnach ist hieraus klar, daß eine flüßige Materie von leichterer Art eine andere von schwererer Art in die Höhe drucken, auch ihren Druck mit dem Drucke einer andern, als hier der Spiritus vini mit dem Oel, vereinigen kan. Man dürfte auch nur ein leichtes Oele auf das Wasser allein giessen, ingleichen, wenn an statt des Wassers Spiritus vini unten ins Glas gegossen wird, oben darauf Oleum Petroleum destillatum (§. 16.).

Beschaffenheit des Druckes flüßiger

§. 43. Die Beschaffenheit des Druckes der flüßigen Materien nach dessen verschiedenen Umständen deutlicher zu untersuchen, habe

habe ich eine Röhre AB genommen, die zwey Schuh lang, oben in A eine Linie, unten in B anderthalb Linien weit war. Es ist nichts daran gelegen, daß die Eröfnungen von ungleicher Weite sind: sondern es hat sich blos von ohngefehr zugetragen, daß ich eben so eine Röhre bey der Hand gehabt, da ich zu anderer Zeit vielfältig eine gleich weite Röhre gebrauchet. Als ich anfangs die Röhre von der engen Seite in gefärbtes Wasser stieß, damit man es besser sehen konnte, so stieg das Wasser in der Röhre so hoch, als die Röhre darinnen stund (§. 20.). Wenn die Röhre enge ist, so steiget es allezeit etwas höher und zwar um so viel höher, je enger sie ist: welches wir, wie schon vorhin (§. 42.) gedacht, an seinem Orte umständlicher untersuchen wollen. Damit das Wasser nicht wieder heraus lief, hielt ich die Eröfnung B mit dem Finger so lange zu, bis ich die Röhre AB heraus gezogen und umgewendet hatte, daß das Wasser AC, welches sieben Linien lang war, oben zu stehen kam. Als dieses geschehen, legte ich den Finger auf die Eröfnung A und hielt sie zu, damit das Wasser nicht herunter fallen konnte, sondern daselbst verbleiben muste. Die Länge AC trug ich aus B in D, und steckte die Röhre aufgerichtet bis in D ins Wasser: so blieb das Wasser hangen, ob ich gleich den Finger oben weg

§. 43. Materien über sich. Tab. II. Fig. 16.

Handgrif bey dem Versuche.

§. 43. Erklärung des Versuches.

weg nahm. Das Wasser in AC drucket vermöge seiner Schwere niederwärts (§. 1.) und fällt doch nicht herunter: also muß etwas dagegen in die Höhe drücken. Es ist nichts vorhanden als das Wasser im Gefässe KI, und also muß dasselbe dasjenige seyn, welches so starck in die Höhe drucket, als das Wasser in AB niederwärts drucket. Man kan auch gleich sehen, daß es das Wasser seyn müsse, darein man den untern Theil der Röhre DB eingetauchet. Denn so bald man die Röhre aus diesem Wasser heraus ziehet, fället das gefärbte in AC nach der Länge der Röhre herunter, und stösset die Luft, so in der Röhre ist, durch die Eröfnung B heraus: welches man mit Augen sehen kan, wenn man die Eröfnung B etwas im Wasser stehen lässet. Nun drucket das Wasser zur Seite niederwärts, und also muß es das Wasser unter der Röhre in B seyn, welches in die Höhe drucket. Demnach erhellet aus diesem Versuche, daß das Wasser über sich drucket. Weil der Theil der Röhre DB, der im Wasser des Gefässes KI stehet, so groß ist als der Theil AC, der mit gefärbtem Wasser erfüllet ist; so kan das Wasser in AC mit dem im Gefässe um die Röhre herum die Wage halten (§. 20.). Da nun aber das Wasser unter der Röhre eben so starck in die Höhe drucket,

Wie starck das Wasser über

so

so ist klar, daß es so starck in die Höhe drucket, als es von dem über ihm stehenden gedrucket wird Und siehet man hieraus ferner, daß im Wasser die untern Theile von allen den obern, die über ihm stehen, gedruckt werden, und dadurch so viel Kraft erhalten, als die gantze Schwere des Wassers ist, dadurch sie gedrucket werden. Wenn man es mit spiritu vini, oder Queckſilber, oder auch einer andern flüßigen Materie versuchet, wird man alles eben so finden. Und demnach ist klar, daß dieses von allen flüßigen Materien anzunehmen ist, was wir von dem Wasser erwiesen; welches auch aus allgemeinen Gründen sich zeigen lässet (§. 23.), und in folgenden Fällen gleichfalls zu verstehen ist, wenn wir es gleich nicht ausdrücklich erinnern.

§. 43. über sich drucket.

Woher es diese Kraft erhält.

Daß dieser Druck allgemein.

§. 44. Es zeiget der vorhergehende Versuch, daß das Wasser um die Röhre herum mit dem in dem obern Theil der Röhre AC die Wage hält (§. 43.). Da wir nun wissen, daß der vierzehente Theil Queckſilber mit dem Wasser, so vierzehen mahl so hoch stehet, die Wage hält (§. 37.); so siehet man vorher, daß, wenn man an statt des Wassers in der Röhre BA oben in AC Queckſilber nehmen wolte, man entweder nu den vierzehenten Theil von AC damit erfüllen müsse, oder die Röhre 14 mahl so tief ins Wasser tauchen, als sie darinnen

Anmerkungen zu dem vorhergehenden Versuche. Tab. II. Fig. 16.

§. 44. stehet, wenn oben in AC Wasser ist. Wolte man oben in AC Wasser behalten und die Röhre in Queckſilber hinein tauchen; ſo müſte man entweder in der Röhre vierzehenmahl ſo viel Waſſer haben als vorher in AC war, oder die Röhre in Queckſilber nur um den vierzehenten Theil ſo tief eintauchen, als ſie vorher eingetauchet war. Wenn man auch verſuchen will, was man vermöge deſſen, ſo wir bisher ausgeführet, vorher ſiehet; ſo wird man finden, daß alles ſo erfolge, wie wir es vorher geſehen. Es iſt aber nicht nöthig, daß wir dergleichen Verſuche hier umſtändlich beſchreiben. Man ſiehet auch leicht, daß man für Waſſer und Queckſilber zwey andere flüßige Materien von verſchiedener Schwere nehmen kan (§. 23.). Dabey iſt ferner zu mercken, daß, weil die flüßige Materie um die Röhre herum mit der im oberen Theile der Röhre AC die Wage hält (§. 43.), hierbey auch aller Unterſcheid in der Figur der Röhre und ſonderlich des obern Theiles deſſelben AC, darinnen das Waſſer oder eine andere flüſſige Materie iſt, ſtatt findet, welcher oben bey Unterſuchung des wagerechten Standes der flüßigen Materien beobachtet worden (§. 24. & ſeqq.). Es iſt aber nicht nöthig alles ſelbſt zu verſuchen, und zu dem Ende dem Theil der Röhre AC allerhand Figuren zu geben. Damit man jedoch deſto

Wie der Verſuch mit Queckſilber und Waſſer angeſtellet wird.

Daß er allgemein iſt, ſo wohl in Anſehung der Materien,

als der Figuren der Röhren.

baſſer

besser verstehe, wie es gemeinet; so will ich mich mit einem einigen Exempel begnügen. Als ich eine Röhre nahm, die oben zwey mal recht wincklicht gebogen war, nemlich in F und D, und sie mit gefärbtem Wasser von A bis in E erfüllete; so war die Höhe des eingetauchten Theiles DB so groß als die Höhe AC der beyden Theile AF und DE zusammen genommen. §. 44. Erläuterung des letzten. Tab. II. Fig. 17.

§. 45. Wenn man die Röhre AB ein wenig weiter heraus ziehet, so fänget die flüßige Materie, die in AC stille stund, z. E. das Queckſilber, an, etwas tiefer herunter zu fallen und unten in B gehen Blasen heraus, die in dem Wasser im Gefäße KI in die Höhe steigen. So bald man sie aber wiederum so tief hinein stößet, als sie anfangs stund, da das Wasser oder die andere flüßige Materie im Gefäße IK mit der in CA die Wage hielt (§. 43.); so bleibet sie abermahls an dem Orte, so weit sie herunter gefallen, stehen. Stößet man sie nicht wieder so tief zurücke, als man sie heraus gezogen; so fället die flüßige Materie in der Röhre gantz herunter, und zwar um so viel schneller, auch mit einem um so viel stärckern Geräusche, je weiter man die Röhre heraus ziehet und je von schwererer Art sie ist. Z. E. Das Geräusche ist stärcker, wenn man Queckſilber in der Röhre hat, als wenn Wasser darinnen ist. Die Ursache dieser Begeben- Wenn der Druck des Wassers über sich sich nicht äussern kan. Tab. II. Fig. 16. Ursache davon.

§. 45. heiten erhellet aus dem vorhergehenden.

1. Des Falles der Materie in der Röhre. Nemlich die flüßige Materie z. E. das Queckſilber in der Röhre AB, ſo oben in AC ſtille ſtehet, hält mit dem Waſſer im Gefäſſe IK, ſo um die Röhre rings herum iſt, die Wage (§. 43.). Ziehet man die Röhre AB weiter heraus, ſo ſtehet das Waſſer um dieſelbige nicht mehr ſo hoch wie vorhin, und alſo wird der wagerechte Stand aufgehoben, indem daſſelbe nicht mehr ſo ſtarck drucket als das Queckſilber in der Röhre (§. 37.). Weil nun das Queckſilber ſtärcker drucket, als ihm unten das Waſſer widerſtehet; ſo muß dieſes weichen. Es erſtrecket aber das Queckſilber ſeinen Druck durch die Luft in der Röhre, und vereiniget ihn mit ihrem Drucke §. 42.). Derowegen ſtöſſet das Queckſilber die Luft heraus, und fället auch ſelbſt nieder. Je weniger nun das Waſſer um die Röhre herum erhaben iſt, je geringer iſt der Widerſtand (§. 42.). Je weniger dem Queckſilber in der Röhre Widerſtand geſchiehet: je mehrere Kraft behält es übrig, ſich zu bewegen, und dannenhero beweget es ſich um ſo viel ſchneller. Stöſſet man aber die Röhre wieder ſo tief hinein, als ſie anfangs darinnen ſtund: ſo iſt der Widerſtand des Waſſers ſo groß als der Druck des Queckſilbers, und muß demnach das Queckſilber wieder in der Röhre ſtille ſtehen

2. Der Geſchwindigkeit deſſelben.

3. Des Stillſtandes mitten in der Röhre.

hen bleiben. Was wir hier mit als Gründe annehmen, die Begebenheiten im gegenwärtigen Versuche zu erklären; können wir auch als Gründe ansehen, die durch den gegenwärtigen Versuch fest gestellet werden. Nemlich eben weil die Luft und das Queckſilber ſich mit einander zugleich bewegen, wenn der Widerstand des Wassers geringer wird, als er vorher war; so ist klar, daß das Queckſilber und die Luft ihren Druck mit einander vereinigen, nicht anders als wenn ſie zuſammen einen ſchweren Cörper ausmachten. Weil das Queckſilber ſich ſchneller beweget, wenn der Widerstand des Waſſers geringer wird, als wenn er ſtärcker iſt; ſo erhellet, daß das Queckſilber nicht durch ſeine gantze Schwere niederfället, ſondern blos mit demjenigen Theile, damit es dem Waſſer im Gefäſſe überlegen iſt, und ſolchergeſtalt derjenige Theil abgehet, der den Widerstand des Waſſers zu überwinden angewendet wird. Woraus man ferner ſiehet, daß eine Kraft (denn man ſiehet hier die Schwere nicht anders als eine Kraft an, dadurch eine Bewegung entſtehen, und ein Widerſtand, der der Bewegung geſchiehet, überwunden werden kan, nicht zugleich kan angewendet werden, eine Bewegung hervor zu bringen, und auch einen Widerſtand zu überwinden: welches eben ſo viel iſt, als daß eine Kraft

§. 45. Wie der Verſuch ſeine eigene Gründe beſtätiget.

Eine Kraft kan nicht auf einmal verſchiedene Würckungen hervor bringen.

§. 45. auf einmahl nicht zwey verschiedene Würckungen hervor bringen kan

Wie flüßige Materien über sich drucken.

§. 46. Wenn man auf den gegenwärtigen Versuch und dasjenige, was zu seiner Erläuterung beygebracht worden, genau Acht hat, so wird man auch deutlich begreiffen, wie es zugehet, daß das Wasser und überhaupt alle flüßige Materien so viel über sich als unter sich drucken. Das Queckſilber z. E. in AC drucket mit der Luft in der Röhre AB auf das Wasser unter der Röhre in B. Solte es nun herunter fallen, so müste das Wasser unter der Röhre weichen. Dieses aber kan nicht geschehen, es muß auch das Wasser neben ihm nachgeben. Da nun dieses von dem Wasser gedrucket wird, so um die Röhre herum stehet, und mit der flüßigen Materie in der Röhre die Wage hält (§. 43.); so wird das Wasser unter der Röhre von ihm so starck zurücke gedruckt, als es von der flüßigen Materie in der Röhre nieder gedruckt wird. Und also drucket es gegen sie zurücke durch die Kraft des um die Röhre herum stehenden Wassers. Und hieraus erhellet zugleich die Wahrheit dessen, was wir anderswo (§. 669 Met.) behauptet, daß nemlich jeder Cöper so viel zurücke drucket, als er gedrucket wird.

Tab. II. Fig. 16.

Schwere der Luft ist geringe.

§. 47. Die Luft ist auch schwer (§. 30.) und vereiniget ihre Kraft zu drucken mit der flüßi-

flüßigen Materie, die oben in der Röhre AB ist (§. 45.). Nun stehet aber das Wasser in dem Gefässe um die Röhre AB so hoch, als es der wagerechte Stand mit der flüßigen Materie in der Röhre in AC erfordert (§. 43.), eben als wenn keine Luft da wäre. Derowegen da man in zwey Schuhen hoch Luft in Ansehung auch nur einer Linie hoch Wasser keine merckliche Schwere verspüret (§. 43.); so ist klar, daß die Schwere in zwey Schuhen hoch Luft gegen die Schwere einer Linie hoch Wasser keine merckliche Verhältniß haben kan. §. 47.

Wenn die Luft in der Röhre von zwey Schuhen mit einer Linie hoch Wasser die Wage hielt, so verhielt sich die Schwere derselben zu der Schwere des Wassers wie eine Linie zu zwey Schuhen (§. 39.), das ist, wie 1 zu 200. Da nun in diesem Fall die Röhre zweymahl so tief in dem Wasser stehen müste, als die Länge des Wassers von AC austräget (§. 37.); hingegen vermöge des Versuches für die Schwere der Luft nichts übrig bleibet (§. 43.); so siehet man hieraus, daß die Luft gar vielmahl mehr als 200 mahl leichter seyn muß, als das Wasser. Wie groß die Röhren seyn müsten, daß die Schwere der Luft merklich würde, könte man durch Versuchen herausbringen, wenn man Röhren von 3, 4, 5 und mehrern Schuhen nähme, und es damit ver- Mathematischer Beweiß.

§. 47. Warum die Schwere der Luft hier nicht genauer determiniret wird.

suchte. Allein weil sich nach diesem andere Wege zeigen werden die Verhältniß der Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers zu determiniren, so werden wir dadurch die Grösse der Röhre ausrechnen können, in welcher sich in gegenwärtigem Versuche die Schwere der Luft mercklich zeiget Z. E Wenn das Wasser tausendmahl so schwer wäre als die Luft, so würde mit der Luft in einer Röhre von 5 Schuhen eine halbe Linie hoch Wasser die Wage halten. Da nun eine halbe Linie noch mercklich ist; so würde man in solchem Fall die Schwere der Luft mercken können.

Wasser ist in steter Bewegung und hat eine bewegende Kraft. Tab. II. Fig 16.

§. 48. Wenn die Röhre AB tiefer hinein gestossen wird, als es der wagerechte Stand mit dem Wasser oder einer andern flüßigen Materie in AC erfordert (§. 43.), und man thut den Finger von A weg, damit man die Eröfnung daselbst zuhält; so springet das Wasser, oder die andere daselbst vorhandene flüßige Materie, oben in A heraus, und zwar um so viel geschwinder, auch höher, je tiefer die Röhre über den wagerechten Stand im Gefässe KI eingetauchet wird. Wenn die Eröfnung in A etwas enge ist, als wie in engen Röhren nothwendig seyn muß; so springet die daselbst enthaltene flüßige Materie um so viel höher. Denn zu dem Queckſilber muß die

Versuch, dadurch es erwiesen wird.

Handgriffe.

Eröf-

Eröfnung nicht so weit, wie oben (§. 43.) für das Wasser seyn: denn sonst weichet es der Luft aus und fället herunter. Jedoch muß sie auch nicht gar zu enge seyn, als etwan nur 4. Scrupel, sonst bleibet es stecken, oder gehet sehr langsam heraus, wenn man es nicht gar viel über seinen wagerechten Stand eintauchen kan: welches keine andere Ursache haben kan, als weil das Queckſilber an der inneren Fläche einen Widerstand findet, der nach Proportion grösser ist, wenn die Röhre enge, als wenn sie weit ist, wie sich aus den Gründen der Geometrie von den Flächen der Cörper erweisen lässet. §. 48.

Das Wasser unter der Röhre im Gefässe IK drucket so starck über sich in die Röhre BA, als es von dem umstehenden gedrucket wird (§. 46.). Derowegen weil hier die Röhre AB tiefer eingetauchet ist, als es der wagerechte Stand mit dem Wasser, oder einer andern flüßigen Materie, in AC erfordert; so drucket das Wasser unter der Röhre stärcker hinauf als das in AC herunter drucket, und muß demnach dem stärckeren Drucke weichen, und zwar um so viel geschwinder, je grösser der Druck hinaufwärts als der herunter ist. Denn so viel als die obere flüßige Materie herunter drucket, gehet dem unteren Drucke des Wassers ab, und die übrige Kraft wird zur Ursache des Erfolges im Versuche.

§. 48. wegung angewendet, indem kein Widerstand zu überwinden mehr übrig verbleibet. Wie sich aber der Unterscheid in der Bewegung des Wassers oder einer andern flüßigen Materie befindet, indem es oben heraus springet, nachdem die Röhre weit oder enge ist, wird sich unten an seinem Orte zeigen, wo wir von der Bewegung der flüßigen Materien reden werden. Kein Cörper beweget den andern, als der selbst in Bewegung ist oder eine Bemühung hat sich zu bewegen, ob gleich die Bewegung selbst durch einen gleich grossen Widerstand gehindert wird. Da nun hier das Wasser im Gefässe, welches dem Augenschein nach stille stehet, das andere in AC beweget; so muß es auch selbst in Bewegung seyn, oder wenigstens eine Bemühung haben sich zu bewegen, so daß die Bewegung gleich erfolget, wenn der Widerstand gehoben wird. Dergleichen Bemühung nennet man eine bewegende Kraft. Und demnach ist klar, daß das Wasser eine bewegende Kraft hat, durch welche beständig Bewegungen erfolgen, wenn nur der Widerstand gehoben wird.

Beweiß der steten Bewegung und der Kraft im Wasser.

§. 49. Da dieser Versuch auch mit andern flüßigen Materien als mit dem Wasser angehet, ja überhaupt auch mit allen übrigen angehen muß, die eine Schwere haben, indem das Wasser hier nicht anders

Alle flüßige Materien, die eine Schwere haben, haben eine

als

als eine schwere flüßige Materie angesehen wird; so muß auch alle übrige flüßige Materie eine bewegende Kraft bey sich haben, und so wohl selbst beweget werden, als auch andere Materien bewegen, die ihrer Bewegung widerstehen, so bald nur der Widerstand gehoben wird. Man siehet aber, daß diese Kraft nicht allein die eigene Schwere der flüßigen Materie ist; sondern zugleich diejenige, welche sie durch den Druck von der andern, deren Bewegung sie hindert, erhalten. Denn das Wasser in der Tiefe hat eine stärckere Kraft als das weiter herauf, welches von anderem nicht so viel gedrucket wird, oder nicht der Bewegung einer so grossen Menge widerstehet. Es ist wohl wahr, daß wir keine Bewegung in den kleinen Theilen des Wassers, oder auch anderer flüßigen Materien wahrnehmen, sondern es das Ansehen hat, als wenn alles stille stünde. Allein, wenn wir zu seiner Zeit die natürlichen Dinge durch Vergrösserungs-Gläser betrachten werden, so wird sichs zeigen, daß die Theile einer Materie getrennet sind, die dem Augenscheine nach an einander zu hangen scheinen, und in ihnen Bewegungen angetroffen werden, die mit blossen Augen sich unmöglich entdecken lassen.

§. 49. bewegende Kraft.

Warum das Urtheil der Sinnen nicht gilt.

§. 50. Nach diesem habe ich eine Röhre genommen, die in B recht wincklicht gebogen war, doch so, daß ein Theil AB viel

Druck der flüßigen Materien

länger

§. 50. länger war als das andere BC. Nemlich BC muß kleiner seyn, als der Diameter des grossen cylindrischen Glases, darinnen das Wasser ist; damit man es mit der Röhre ins Wasser hinein tauchen kan. Mit dieser Röhre habe ich alle Versuche wiederhohlet, die vorhin mit der geraden Röhre angestellet worden, und ist auch hier alles so, wie vorhin, erfolget. Nemlich auch hier blieb das Wasser stehen, und sprang weder in A heraus, noch fiel bis in B herunter, wenn der eingetauchte Theil von dem aufgerichteten Theile der Röhre BE so groß war, als der oben mit Wasser erfüllete DA, oder, wenn oben in DA eine andere flüßige Materie war, so groß als die Höhe des Wassers ist, welches mit ihr im wagerechten Stande befunden wird (§. 37.). Wurde aber die Röhre tiefer hinein getauchet, so sprang das Wasser oder die andere flüßige Materie, die den obern Theil AD der Röhre AB erfüllete, oben in A heraus. Hingegen wenn die Röhre AB weniger eingetauchet ward, so fiel das Wasser oder die andere flüßige Materie von oben aus AD herunter. Das Wasser oben in AD drucket vermöge seiner Schwere niederwärts nach der Länge der Röhre AB, und weil die Röhre nicht weit genung ist, daß es zugleich könte herunter fallen, und die Luft in der Röhre hinauf steigen, so muß die Luft durch die Röhre

nach der Seite. Tab. II. Fig. 18.

Versuch.

Beweiß aus dem Versuche gezogen, der zugleich erkläret wird.

re BC heraus gehen, wenn es herunter fal- §. 50.
len soll. Weil die Luft in dem Theile der Röhre BD gleichfalls niederwärts nach der Länge der Röhre AB drucket (§. 30.); so kan sie der Schwere des Wassers in A nicht widerstehen, sondern vereiniget vielmehr ihren Druck mit ihm (§. 42.), ob sie ihn gleich wegen ihrer geringen Schwere nicht merklich vermehret (§ 47.). Die Luft in der Röhre BC drucket niederwärts auf die Röhre, und widerstehet vor sich gleichfalls nicht dem Wasser und der Luft in der Röhre AB, ist auch wegen ihrer wenigen Schwere viel zu geringe dazu (§. 47.). Es bleibet also nichts übrig, was gegen das Wasser in AD zurücke drucken könte, als das Wasser im Gefässe. Das Wasser im Gefässe unter der Röhre BC kan vermöge seiner Schwere nicht gegen die Luft in BC drucken, und demnach muß es dasjenige seyn, welches an der Eröfnung C stehet: folgends ist klar, daß das Wasser an der Eröfnung der Röhre C nach der Seite drucket, nemlich nach der Länge der Röhre CB, und zwar wie es die Verhältniß der Höhe des Wassers AD zu der Höhe desselben um den eingetauchten Theil BE giebet, mit der Kraft, die es durch den Druck des über ihm stehenden Wassers erhalten: welches hier umständlicher auszuführen unnöthig ist,

weil

§. 50. weil es schon vorhin (§. 46.) geschehen. Man siehet leicht, daß dieser Druck der flüssigen Materien nach der Seite auch aus allen denjenigen Versuchen erhellet, die wir mit gebogenen Röhren von ihrem wagerechten Stande (§. 20. 24. & seqq.) angestellet. Unterdessen darf man nicht meinen, als wenn unnöthig wäre durch besondere Versuche zu zeigen, was man aus andern neben demjenigen, warum man sie hauptsächlich anstellet, zugleich anmercken kan. Denn in besonderen Versuchen zeiget sich dasjenige klärer, was in andern versteckter ist, und durch mehrere Ueberlegung erst heraus gebracht wird, um derer willen es auch öfters bey denen, die noch nicht viel nachdencken können, einigen Zweifel hinterlässet.

Warum man durch besondere Versuche zeiget, was beyläufig durch andere erhellet.

§. 51. Wenn die Röhre AB in das Wasser im Gefässe IK gestossen wird und man oben den Finger fest hält, daß die daselbst enthaltene flüßige Materie zu der Eröfnung A nicht heraus kan (§. 48); so steiget unten durch die Eröfnung B etwas Wasser in die Röhre BA und zwar mehr, wenn man sie tief eintauchet, als wenn sie nicht so tief eingetauchet wird. Ja man siehet auch, daß es nach und nach wieder heraus gehet, wenn man die Röhre aus dem Wasser gemächlich heraus ziehet. Als ich die Sache mit zwey verschiedenen Röhren

Zusammendruckung der Luft. Tab. II. Fig. 16.

Versuch daraus es erhellet.

ren umständlich untersuchte, habe ich es §. 51.
folgender gestalt gefunden. Ich stieß eine Röhre AB 1 Sch. 3 Z. 1 L. 5 Scrupel lang und 5 Scrupel im Diameter, 4 Z. 7 L. 3 Scr. tief ins Wasser. Oben in AC war 1 Zoll und 1 Scrupel hoch Wasser; so drang unten in die Röhre bis in O 2 Linien 7 Scrupel hoch Wasser. Nach diesem nahm ich eine Röhre AB 2 Sch. 4 Z. 9 L. 5 Scr. lang, darinnen oben in AC 1 Z. 2 L. 7 Scr. hoch Wasser stund, und die im Diameter 8 Scrupel weit war, und stieß sie abermahls 4 Z. 7 L. 4 Scrupel tief ins Wasser; so drang unten das Wasser in OB 6 L. 2 Scr. hoch hinein. Solchergestalt nahm im ersten Fall anfangs ausser dem Wasser die Luft in der Röhre den Theil CB von 1214 Scr. nach diesem im Wasser nur den Theil CO in 1187 Scrupel ein. Wenn man CB in 1000 Theile eintheilet, so ist im ersten Fall CO 977, OB 23. Im andern Fall war ausser dem Wasser der von der Luft erfüllete Theil CB 2368, im Wasser CO 2306. Wenn nun abermahl die Röhre CB in 1000 Theile getheilet wird, so bekommt CO 973, OB 27 (§. 113. Arithm.). Weil keine Luft aus der Röhre heraus gehet, indem man sie in das Wasser tauchet, und doch im Wasser weniger Raum einnimmt, als ausser demselben; so muß sie sich zusammen drucken

Daß die Luft zusammen gedruckt wird nach der Grösse der

§. 51. Kraft und zwar

cken lassen. Und da sie in einen engern Raum gebracht wird, wenn man die Röhre tief hinein tauchet, als wenn sie nicht so tief hinein getauchet wird, in dem ersten Fall aber die Luft in der Röhre AB von einer grösseren Kraft gedruckt wird als in dem andern, massen der Druck der Schwere des Wassers gleich ist, welches so hoch stehet als die Röhre eingetauchet worden (§. 46.); so erhellet hieraus, daß die Luft von einer grössern Kraft sich mehr zusammen drucken lässet als von einer kleinern. Wenn zwey Röhren im Wasser gleich tief eingetauchet werden, so ist der Druck von unten hinauf einerley (§. 46.), und wird demnach die Luft in beyden Röhren gleich starck gedruckt. Weil sie nun in einer langen Röhre $\frac{27}{1000}$, in einer kurtzen $\frac{23}{1000}$ zusammen gedrucket worden; so muß viel Luft durch einerley Kraft sich mehr zusammen drucken lassen als wenigere. Alles dieses, was hier zufälliger Weise von der Luft entdecket wird; soll nach diesem durch mercklichere Versuche noch klärer gezeiget werden.

viel mehr, als weniger.

§. 52. Ausdehnende Kraft der Luft.

Unterdessen mercket man bey gegenwärtigem Versuche noch eine andere Eigenschaft der Luft an, wenn man genau auf desselben Umstände Acht hat. Nemlich da das Wasser in die Röhre trit, wenn sie tief hinein gestossen wird, hinge-

gen

gen wieder heraus gehet, wenn man sie in die Höhe ziehet, und der Druck um so viel stärcker ist, je tiefer die Röhre im Wasser stehet: so siehet man, daß, wenn der Druck gehoben wird, die Luft sich wieder durch den vorigen Raum ausbreitet. Und demnach ist klar, daß in der Luft eine beständige Bemühung ist sich auszubreiten, sie auch sich durch einen grössern Raum würcklich ausbreitet, wenn der Widerstand gehoben wird. Diese Bemühung sich auszubreiten wollen wir künftig die ausdehnende Kraft der Luft nennen, und werden durch besondere Versuche zeigen, daß die Luft dergleichen Kraft habe und wie sie beschaffen. Im lateinischen nennet man sie *elasticitatem*, daraus einige ein deutsches Wort Elasticität gemacht. §. 52.

§. 53. Die Beschaffenheit des Druckes ferner zu untersuchen, habe ich ein Gefässe von Meßing ABDC machen lassen, 2 Zoll 1 Linie und 2 Scrupel hoch und 3 Zoll 6 Scrupel im lichten weit, oben und unten offen. An den untern Rand des Gefässes habe ich einen nassen ledernen Ring und einen andern von Meßing HI mit 6 Schrauben feste angeschraubet, damit darzwischen kein Wasser durchdringen konte. Inwendig habe ich einen Boden von Meßing angedruckt; so hat das Gefässe Wasser gehalten, als ich es hinein gegossen. Druck flüßiger Materien auf die Grundflächen. Tab. III, Fig. 19. Beschreibung des Instruments zum Versuche.

§. 53. Es wird aber unten an diesen Boden ein Rincken gemacht, damit man ihn durch den Finger niederziehen, und an den ledernen Ring, der über die Breite des Randes von innen etwas hervor gehet, sich feste genung andrucken lässet. Oben an dem Boden EF ist ein anderer Rincken G, damit man einen dünnen Strick daran binden kan, womit nach diesem der Boden an eine Wage gebunden, und von dem unteren Rande des Gefässes in die Höhe gezogen wird. Auf den obern Rand des Gefässes AB habe ich eine Röhre MKNO mit einem breiten Rande durch sechs Schrauben angeschraubet, die im Lichten so weit war, als das Gefässe, nemlich 306 Scr. hingegen 3 Sch. oder 3000 Scr. lang. Damit aber zwischen der Röhre und dem Gefässe kein Wasser heraus dringen möchte; habe ich abermahls einen ledernen Ring darzwischen geleget und mit angeschraubet. Es sind aber beyde Ringe aus dergleichen starckem Leder ausgeschnitten worden, wie die Weißgerber auszuarbeiten pflegen. Wo die Schrauben durchgehen sollen, werden mit einem runden Eisen, nach der Dicke der Schrauben, Löcher ausgeschlagen, wovon unten ein mehreres in andern dergleichen Fällen folgen soll. Mit dem Stricke GP, der durch die Röhre KNOM gezogen worden, habe ich den Boden an das eine Ende

der

der Wage angebunden, jedoch etwas wil- §. 53.
lig, damit derselbe dadurch nicht loß ge-
rissen würde, und nach diesem das Gefässe
nicht mehr Wasser hielt, auch die Wa-
ge sich nicht verrücken liesse. Als ich nun Erster Versuch.
das Gefässe mit der Röhre CDON voll
Wasser gefüllet, habe ich auf der andern
Seite an die Wage eine Wage-Schaale mit
Gewichten angehänget, und befunden, daß
ich 14 Pf. nebst der Wage-Schaale, die mit
ihren Stricken und dem Rincken bey na-
he $3\frac{1}{2}$ Pf. wog, nöthig hatte, wenn ich
dadurch den Boden wider das Wasser in
die Höhe ziehen wolte. Weil das Gefässe Mathema-
212 Ser. hoch und im Lichten 306 weit ist; tischer Be-
so wird für den Inhalt des inneren Rau- weiß.
mes, folgends die Menge des Wassers dar-
innen, gefunden 15585392 Cubic-Scru-
pel (§. 221. Geom.), das ist bey nahe $15\frac{1}{2}$
Cubic-Zoll. Nemlich $85\frac{1}{2}$ Linien werden
der Bequemlichkeit halber im Rechnen über-
gangen, weil wir im gegenwärtigem Falle
nicht alles haarklein zu bestimmen nöthig
haben. Ein Cubic-Zoll Wasser wieget
495 Gr. (§. 7.), und demnach das Was-
ser im Gefässe 7673 Gr. Da nun 1 Pf.
von gemeinem Gewichte, dergleichen ich ge-
brauchet, 7496 Gr. hält (§. 2.); so ist das
Gewichte des Wassers im Gefässe 1 Pf. und
177 Gr. oder (da 937 Gr. 16 Quintlein §. 2.)
ausmachen) etwas weniges mehr als 3

§. 53. Quintlein. Da wir hier auf Kleinigkeiten nicht zu sehen haben, dürffen wir nur annehmen, das Wasser im Gefässe wiege etwas mehr als ein Pfund. Wer sich in dergleichen Rechnungen nicht zu finden weiß, darf nur eine etwas tiefe Wage-Schaale nehmen, und das Wasser aus dem Gefässe hinein giessen; so kan er es auf der Wage abwägen. Und kan dieses auch als eine Probe angenommen werden, wie nahe die Rechnung zutrift. Weil der Diameter der Röhre MKNO 306 Scr. und die Höhe 3000 hält; so wird, wie vorhin (§. 221. Geom.) der Innhalt der Röhre, folgends des Wassers darinnen, 220548 Cubic-Linien, das ist, bey nahe oder etwas weniges mehr als $220\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll gefunden (§. 2.). Nun wieget ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. (§. 7.), folgends das Wasser in der Röhre KMON 109148 Gr. das ist, bey nahe 15 Pf. (§. 2.). Man hätte dieses auch noch auf eine andere Art finden können. Weil das Gefässe und die Röhre einerley Grund-Fläche haben; so verhalten sie sich wie ihre Höhen (§. 239. Geom.). Nun verhalten sich die Höhen wie 212 zu 3000, das ist, bey nahe wie 1 zu $14\frac{1}{7}$ und demnach werden auch hier für die Schwere des Wassers in der Röhre über $14\frac{1}{2}$ Pf. gefunden. Dieses kan man lieber nur als eine Probe der vorigen Rech-

nung

nung annehmen: Denn es ist besser, daß §. 53.
man alles genaue ausrechnet, weil die Kleinigkeiten, die man zuletzt weg lässet, etwas merckliches bringen, wenn sie durch grosse Zahlen multipliciret werden. Es machet demnach das Wasser in der Röhre KMON und dem Gefässe ACDB zusammen etwas über 16 Pf. Weil nun die Röhre so weit ist als der bewegliche Boden des Gefässes G, so drücket das Wasser mit seiner gantzen Schwere darauf, und ist es eben so viel, als wenn der Boden mit 16 Pfunden beschweret wäre. Derowegen da die Wage-Schaale nebst dem Gewichte von der andern Seite der Wage bey nahe $17\frac{1}{2}$ Pfund hielt und dannenhero der Boden von $1\frac{1}{2}$ Pfund mehr in die Höhe gezogen, als niedergedrucket ward; so begreiffet man leicht, daß er wider den Druck des Wassers hat können in die Höhe gezogen werden. Nach Anderer Versuch.
diesem habe ich an statt der weiten Röhre NKMO eine engere genommen, die im Diameter kaum den dritten Theil von der vorigen hatte. Zu dem Ende habe ich zuförderst eine Scheibe von Meßing TV mit einer Schraube in S an das Gefässe geschraubet und vermittelst der Schraube-Mutter unten an der Röhre SR diese engere Röhre aufgeschraubet, nachdem ich vorher den Strick durch gestecket. Wenn er durch die Handgrif.
Enge der Röhre nicht wohl durchgehen will,

§. 53. darf man nur etwas schweres, als z. E einen kleinen Schlüssel, an dessen Ende binden; so fället es durch und ziehet den Strick mit durch. Als ich das Gefässe wieder auf gehörige Weise an die Wage gebracht, und die Röhre SR, die so lang war als die vorige Weite, nebst dem Gefässe mit Wasser voll gefüllet hatte; konte ich den Boden nicht los reissen, als ich auf die Wage-Schaale nur 12 Pf. legete: vielmehr da dieses geschehen solte, muste ich, wie vorhin, Gewiß. 14 Pf. darauf legen. Die Röhre war im Diameter nur den dritten Theil so weit wie die vorige, und hielt daher nur den neunten Theil Wasser von demjenigen, damit die grosse Röhre erfüllet ward (§. 240. Geom.), also nur $1\frac{2}{3}$ Pf. Derowegen war im gegenwärtigen Falle der Boden im Gefässe nur mit $2\frac{1}{3}$ Pfund, das ist nicht völlig mit 3 Pf. beschweret. Da nun gleichwohl eben so ein grosses Gewichte erfordert ward den Widerstand des Wassers zu überwinden, und den Boden loß zu reissen, als wie er mit mehr als 16 Pfunden beschweret war; so erhellet hieraus, daß der Boden des Gefässes einmahl so viel Widerstand von dem Wasser findet als das andere, wenn es nur in gleicher Höhe darüber stehet, es mag im übrigen viel oder wenig Ursache von einerley seyn. Die Ursache, warum wenig Wasser eben so viel widerstehen kan als vieles, ist

eben

eben diejenige, die wir oben von dem wagerechten Stande flüßiger Materien in Röhren von gantz ungleicher Weite (§. 36.) angeführet. Es ist klar, daß wenn der Boden G in die Höhe gezogen wird, das Wasser weichen, und wider seine natürliche Schwere in die Höhe steigen muß. Wenn nun die Röhre SR enger ist als das Gefässe ABCD, so muß auch das Wasser um so viel schneller beweget werden, je enger sie ist. Nun ist aber bekannt (§. 657. Met.), daß ein Cörper der Bewegung mehr widerstehet, wenn er geschwinde, als wenn er langsam beweget werden soll. Und demnach kan der Widerstand des Wassers in einer engen Röhre mit dem Widerstande desselben in einer weiten einerley seyn, ob gleich in der weiten Röhre ungleich weit mehr Wasser ist als in der engen: denn, wie schon gedacht, in der engen muß das Wasser, wenn es sich bewegen soll, ungleich weit mehr Geschwindigkeit haben als in der weiten.

§. 53. Erfolg in beyden Versuchen.

§. 54. Wenn man alles genau erweget, was im vorhergehenden angeführet worden; so wird man gar bald sehen, wie das Instrument einzurichten, damit man den Versuch viel umständlicher anstellen kan. Nemlich wenn das Gefässe ABCD dergestalt verfertiget worden, daß es ein Pfund Wasser hält; so träget man die Höhe des Gefässes auf die Röhre aus S in 2,

Wie dieser Versuch umständlicher anzustellen.

§. 54. aus 2 in 3, aus 3 in 4, aus 4 in 5, u. s. w. und ist alsdenn klar, daß, wenn das Wasser bis in 2 stehet, der Widerstand 2 Pfunde; in 3 drey Pfunde, in 4 vier Pfunde, in 5 fünf Pfunde u. s. w. Damit man nun aber sehen kan, wie tief das Wasser in der Röhre RS herunter stehet; so kan man an das Gefässe eine kleine Röhre von Meßing abc einschrauben, und daran eine gläserne cd kütten, die doch etwas weit und nicht gar zu enge ist: denn so stehet das Wasser in der gläsernen Röhre jedesmahl so hoch wie in der andern SR (§. 34. 43.). Wenn man nun das Wasser nur bis in 5 stehen lässet, so braucher man ein Pfund weniger als wie sie voll war. Stehet das Wasser nur bis in 4, so braucht man 2 Pfund weniger als im ersten Falle und so weiter fort. Und solchergestalt erkennet man augenscheinlich, wie der Widerstand des Wassers nach Proportion der Höhe abnimmet. Soll man nun mit dem Instrumente bequem handthieren, und den Boden, so bald er loß gezogen worden, wieder zurücke ziehen und andrücken können: so lässet man sich dazu ein besonderes Gestelle ABEDCF machen, wie die Figur ausweiset, und setzet dieses Gestelle in ein höltzernes Gefässe, damit das Wasser darein laufen kan, wenn der Boden loß gehet. Es müssen demnach die Füsse C, D, E, F, um so

Tab. III. Fig. 29.

viel

wird höher seyn als dieses Gefässe, damit man zwischen ihnen noch unten mit der Hand durchgreifen, und bequemlich zu dem Boden des Instruments kommen kan. §. 54.

Dieses Gestelle dienet auch dazu, daß man siehet, ob der Boden feste hält oder nicht. Tab. III. Fig. 19. Wenn das Gefässe ABCD auch etwas mehr oder weniger als ein Pfund Wasser fasset, so kan man doch die Eintheilung der Röhre RS wie vorhin machen, und alsdenn träget ein jeder Theil der Röhre so viel mehr aus als ein Pfund, wie viel mehr als ein Pfund Wasser im Gefässe ABCD ist. Z E In meinem Gefässe sind 3 Quintlein Wasser über ein Pfund, und also muß man für jeden Theil der Röhre ein Pfund und 3 Quintlein rechnen. Wer die Röhre dergestalt eintheilen will, dem ist mehr zu rathen, daß er das Wasser im Gefässe ABCD abwäget, als daß er durch Rechnung seine Schwere suchet, weil in dieser Rechnung leichter kan gefehlet werden, indem man dazu annehmen muß, was durch andere Versuche ausgemacht worden (§. 53.). Und weil man dadurch, oder auch durch vorsichtig angestellte Rechnung vorher wissen kan (§. cit.), wie viel man ohngefähr Gewichte nöthig hat, den Widerstand des Wassers zu überwinden, nemlich etwas mehr als seine Grösse austräget: so kan man auf die Wage-Schaale, die

Vortheil im Versuchen.

§. 54. man vorher abgewogen, und mit zu dem Gewichte geschlagen, das nöthige Gewichte legen, sie an den Wage-Balcken anhängen, und von jemand so lange halten lassen, bis man die Röhre nach Verlangen gefüllet. Denn solchergestalt kan man den Versuch anstellen, wenn auch gleich nach und nach zwischen dem Boden und dem Rande etwas Wasser durchdringen, und sich dadurch in einer engen Röhre etwas schnell setzen solte, massen man die Röhre durch nachgiessen beständig voll erhalten kan.

Zweifel, der hierbey entstehet.

§. 55. Aus dem gegenwärtigen Versuche erhellet, daß das Wasser der Bewegung des Bodens gleich viel widerstehet, wenn es nur in einerley Höhe darüber stehet, es mag im übrigen viel oder wenig seyn. Aber hieraus ist noch nicht klar, daß der Boden in einem Fall so starck gedruckt wird als in dem andern, und man dannenhero sagen könne, die kleine Wasser-Säule in der engen Röhre drucke so starck als die in der grossen. Man hat um so vielmehr Ursache hieran zu zweifeln, wenn man die Ursache des Widerstandes untersuchet. Wir haben gesehen, daß der Widerstand grösser ist in einer engen Röhre, als in einer weiten, weil in der engen die Bewegung geschwinder seyn muß als in der weiten, wenn der Boden in die Höhe gezogen wird. Und also gewinnet es das Ansehen, als wenn der

Wi-

Widerstand nicht eher sich äusserte, noch §. 55.
seine Grösse vorhanden wäre, als bis der Boden in die Höhe gezogen wird, und sich dem Wasser, welches niederwärts drucket, widersetzet. Solchergestalt scheinet es, daß der Boden in der Mitten von dem Wasser in der Röhre allein gedrucket wird, das übrige davon, was nicht unter der Röhre stehet, blos von dem Wasser im Gefässe. Es ist demnach nöthig dieses durch andere Versuche genauer auszumachen.

§. 56. Ehe ich aber solches zeige, muß ich noch vorher erinnern, daß man auch den Röhren noch andere Arten der Figuren geben kan, die man auf das Gefässe schraubet. Z. E. Wenn man eine Röhre ACDB in Gestalt eines abgekürzten Kegels machet, unten in CD so weit als das Gefässe im Lichten, oben in AB aber so weit man immer verlanget, im übrigen so hoch wie die vorigen gleich weiten Röhren, und sie vermittelst des meßingenen Ringes EF an das Gefässe anschraubet, wie vorhin die grosse von den gleich weiten Röhren (§. 54.); so wird man finden, daß man eben noch das Gewichte vonnöthen hat den Boden in die Höhe zu ziehen, was bey den vorigen Röhren gebraucht worden. Und erhellet demnach hieraus, daß das Wasser in einer Röhre, die oben immer weiter wird, nicht mehr widerstehet, als in einer gleich weiten.

Zusatz zu dem vorigen Versuche. Tab. III. Fig. 21.

Nem-

§. 56. Nemlich es ist eben so viel, als wenn nur die Wasser-Säule CHID der Bewegnng des Bodens widerstünde. Gleichergestalt wenn man eine Röhre NLMO wie einen abgekürtzten Kegel machen lässet, die unten abermahls so weit ist wie das Gefässe, darauf sie vermittelst des Ringes EF geschraubet wird, oben aber in NO so enge als man verlanget; so wird man abermals finden, daß eben noch dieses Gewichte erfordert wird, den Boden loß zu reissen, welches wir in den vorigen Fällen nöthig gehabt, woferne nur die Röhre so hoch ist, wie die übrigen waren. Und ist auf solche Weise abermals klar, daß der Widerstand des Wassers oder einer andern flüßigen Materie, in der Röhre LNOM, die immer enger wird, eben so groß sey als in einer gleich weiten LPQM. Weil man diese beyde Röhren auf das Gefässe schraubet, siehet man vor sich, daß sie nicht grösser seyn kan in ihrer unteren Weite als das Gefässe. Denn wolte man gleich oben auf das Gefässe einen breiten Rand machen, damit sich eine Röhre, die unten im Lichten breiter wäre als das Gefässe, darauf schrauben liesse; so wäre doch dieses vor die lange Weile, indem das Wasser auf den Rand und nicht auf das Wasser im Gefässe druckte, welches im gegenwärtigen Falle eben so anzusehen wäre, als wenn es gar nicht da wäre. Allein

Tab. III. Fig. 22.

Verschiedene Erinnerungen.

lein gleichwie die gleich weiten Röhren viel §. 56
enger seyn können als das Gefässe (§. 54.); so kan man auch die von ungleicher Weite unten enger als das Gefässe machen. Ja da wir wissen, daß das Wasser in einer Röhre, die so hoch ist als eine andere, mit dem Wasser in der andern die Wage hält, sie mag so eine wunderliche Figur haben, als sie immer mehr will (§. 24. & seqq.), so siehet ein jeder, welcher der Sache nachdencket, daß man mit einerley Fortgange die Figur der Röhren verändern kan: nur würde man auf bequeme Mittel bedacht seyn müssen, den Boden los zu ziehen, wenn man die Röhre in krumme Gänge beugen wolte. Es ist aber nicht nöthig, daß man erst durch neue Versuche ausmachet, sonderlich wo Weitläuftigkeiten sich ereignen, wenn etwas durch Vergleichung dessen erhellet, was durch andere Versuche bereits ausgemachet worden. Daher lassen wir es auch für unsere Person bey dem bewenden, was wir vorhin umständlicher beschrieben. Allgemeine Erinnerung.

§. 57. Damit ich nun aber zeigen möchte, daß der Boden des Gefässes von dem darüber stehenden Wasser auch würcklich so viel gedrucket werde, als Gewichte nöthig sind, den Boden los zu reissen; so habe ich es anfangs auf die Art und Weise versuchet, wie Mariotte in seinem Tractate von der Bewe- Stärcke des Druckes des aus dem wagerechten Stande gesetzten Wassers.

§. 57. Bewegung des Wassers und anderer flüßiger Corper (a). Ich habe von dem Böttticher ein gleich weites Faß machen lassen in der Figur eines Cylinders ABCD mit einem doppelten Boden und einem Loche oben in E. Weil an der Höhe nichts gelegen ist, sondern alles auf die Weite ankommet; so ließ ich es nur 1½ Schuh hoch, aber 2 im Diameter im lichten weit machen. Das Loch E war im Diameter ein wenig grösser als ein Zoll. Das Gefässe ließ ich starck auspichen, damit es Wasser hielt: denn da der Böttticher wider meinen wiederhohlten Befehl es nach seinem Kopfe gemacht hatte, drang das Wasser gleich im Anfange des Versuches durch das Holtz durch, und muste ich damit inne halten, bis es von neuem ausgepicht ward. Dieses Faß füllete ich durch das Loch E mit Wasser, nahm nach diesem eine Röhre EF von weissem Bleche einen Zoll weit und 12 Sch. lang, bewickelte sie unten mit Wercke, bis sie sich in das Loch E schickete und darinnen feste stund. Damit aber das Wasser nicht neben ihr durchdringen konte, umgoß ich die Röhre rings herum um das Loch mit zerlassenem Peche. Hierauf

Tab. IV. Fig. 23.

(a) Traité du Mouvement des Eaux part. 2. disc. 1. p. 106. edit. Paris. oder p. 368. Operum.

auf befestigte ich an das Fenster des Ge- §. 57.
machs, darinnen der Versuch angestellet ward, ein Lineal HI, und stellete das Faß mit der Röhre dergestalt daran, daß es die Röhre in G berührete. Nachdem ich den Boden mit vielen Steinen beschweret hatte, ließ ich noch ein paar grosse und starcke Personen darauf treten. Endlich stieg ich auf eine Leiter, und fieng an die Röhre EF mit dem Wasser, so ich mir zureichen ließ, zu füllen. Als dieses geschahe, merckte man, daß die Röhre sich an dem Lineale etwas nach und nach erhöhete. Unterdessen da ich mit Füllung der Röhre fort fuhr, und sie bey weitem noch nicht voll war, der Punct G aber über das Lineal HI schon bey einem halben Zoll hoch stund; sprang der Boden in zwey Orten entzwey und bekam Ritze, daß das Wasser durchlaufen konte, und also die gantze Würckung der vollen Röhre nicht konte bemercket werden.

Wie es Mariotte versucht.

Mariotte hat ein Gefässe im Diameter von 2 bis 3 Schuhen, und gleichfalls eine Röhre 12 Schuh lang und einen Zoll weit gehabt, den Boden mit 800 Pfunden beschweret, so daß er nachgegeben und eine ausgehöhlete Figur angenommen; so bald aber die Röhre mit Wasser erfüllet worden, wahrgenommen, daß der Boden in der Mitten, wo die Röhre eingesetzet war, fast einen gantzen Zoll erhöhet worden, und eine

§. 57. ne erhabene Figur angenommen. Man kan aus diesem Versuche gar wohl sehen, daß das Wasser eine sehr grosse Kraft zu drucken bekommt, wenn es von einer Seite hoch über den wagerechten Stand erhaben wird. Eine Röhre, die 1 Zoll weit und 12. Schuh hoch ist, hat in ihrem cörperlichen Inhalt 94200 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien (§. 216. Geom.) 495 Gr. wiegen (§. 7.); so wieget das Wasser in der Röhre 6 Pf. und 7 Loth (§. 2.): welches allerdings in Ansehung der 800 Pf. die auf dem Boden des Fasses liegen, was sehr geringes ist. Und gewiß, der Widerstand des Bodens, indem er in die Höhe gedrucket wird, ist auch nicht für gering zu achten. Ja, wir werden nach diesem finden, daß er noch grösser ist als die Last des Gewichts, damit der Boden beschweret wird. Allein eben weil man den Widerstand des Bodens nicht anders woher weiß; so kan man aus gegenwärtigem Versuch nicht sehen, daß das Wasser in der engen Röhre so starck drucket, als die Schwere des Wassers in einer Röhre, die so weit ist wie das Faß, aber eben so hoch wie die Röhre EF. Ja, wer nicht weiß wie starck der Boden widerstehet, wenn er in eine solche Krümme gebogen werden soll, wie es der Versuch ausweiset; der solte

Mathematischer Beweiß.

Warum dieser Versuch den Druck des Wassers nicht deutlich zeiget.

dadurch

dadurch wohl gar irre gemacht werden, ob der Druck des Waſſers in der Röhre EF ſo ſtarck wäre, als wenn die Röhre einerley Weite mit dem Faſſe ABCD hätte. Denn wenn eine Röhre wie das Faß im Diameter 2 Schuhe hat, und dabey 12 Schuh hoch iſt; ſo iſt ihr Inhalt 37680 Zoll (§. 221. Geom.). Derowegen da ein Cubic-Zoll Waſſer 4[illegible]5 Gr. wieget (§. 7.), und ein Pfund 749[illegible] Gr. hält (§. 2.); ſo wieget das Waſſer in einer ſo weiten Röhre 2488 Pf. und alſo iſt die Kraft, damit das Waſſer in der Röhre EF wider den Boden AD drucket, 2488 Pfund. Da nun der Boden blos mit 800 Pfunden beſchweret geweſen; ſo behält das Waſſer noch 1688 Pfund Kraft übrig den Boden in die Höhe zu drucken, daß er die erhabene Figur erhält, wie vorhin angemercket worden. Weil nun den wenigſten bekannt iſt, wie viel Kraft erfordert wird einen Boden im Gefäſſe in eine dergleichen erhabene Figur herauszudrucken; ſo möchten wohl die meiſten noch bey dem gegenwärtigen Verſuche zweifeln, ob auch das Waſſer in der Röhre einen ſo ſtarcken Druck habe. Gewiß bleibet es, daß ſolches aus gegenwärtigem Verſuch nicht deutlich erhellet. Er dienet demnach mehr Verwunderung zu erwecken, als die Sache, welche man zu behaupten trachtet, deutlich vor Augen zu legen.

§. 57.

Wie viel der Boden widerſtehet.

Bayerische Staatsbibliothek München

§. 58. Wird deutlicher als vorhin erwiesen. Tab. IV. Fig. 24.

§. 58. Um nun diesem Fehler abzuhelfen, habe ich es auf eine andere Weise angegriffen. Ich habe nemlich ein Gefässe ABCD von weissem Blech machen, und daran eine Röhre EF löthen lassen. Der Diameter des Gefässes ist 48 Linien, der Diameter der Röhre EF 11, die Länge von G an gerechnet, so weit sie nemlich über das Gefässe gehet, 250 Linien. Nachdem ich das Gefässe ABCD mit Wasser voll gefüllet, habe ich durch Hülfe eines Bindfadens eine halbe rinderne Blase, oder auch ein Stück von einer Schweins-Blase, darauf gebunden. Der Bindfaden muß an dem einen Ende eine Schlinge haben, damit man ihn fest anziehen, und die Blase über dem Gefässe ausspannen kan. Weil unter der Blase noch etwas Luft bleibet, darf man durch die Röhre etwas Wasser hinein giessen, und nach diesem das Gefässe neigen, daß die Röhre EF oben zu stehen kommt; so gehet die Luft endlich alle heraus. So bald dieses geschehen, habe ich ein Gewichte von 30 Pfunden darauf geleget, wodurch die Blase tief eingebogen worden. Hierauf habe ich die Röhre EF mit Wasser erfüllet: da denn das Gewichte in die Höhe gehoben worden, und endlich gar nicht mehr auf der Blase stehen blieben, nachdem die Röhre voll gewesen, sondern von ihr hinunter gefallen. Weil die

Handgrif.

Erfolg.

die Röhre EF 11 Linien weit, und die Höhe GF 250 Linien hoch ist; so findet man ihren Inhalt 23746 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien Wasser 495 Gr wägen (§. 7.) und ein Pfund 7496 Gr. hält (§. 2.); so wäget das Wasser in dem Theile der Röhre GF, so weit es nemlich über dem Wasser im Gefässe stehet, und also ausser dem wagerechten Stande sich befindet, nicht viel über 1½ Pfunde, folgends haben 1½ Pfund Wasser ein Gewichte, das bey nahe 20 mahl so groß ist, als seine Schwere beträget. Weil der Diameter des Gefässes 48 hält; so wird ein Cylinder oder eine Röhre von gleicher Weite, aber 250 Linien lang, in ihrem Inhalt 452100 Cubic-Linien gefunden (§. 221. Geom.), und wäget demnach aus erst angeführten Gründen, das Wasser in einer solchen Röhre bey nahe 30 Pfund. Das Gewichte demnach, welches dem Wasser in der Röhre die Wage hält, ist so groß als die Schwere des Wassers in einer Röhre, die so weit ist als das Gefässe, aber so hoch wie die Röhre GF. Und also zeiget der Versuch, wie er von mir angestellet wird, dasjenige deutlich, was man dadurch zu erkennen verlanget, ob er gleich nicht bey dem ersten Anblicke Leute, die nicht weiter dencken als sie sehen, in so grosse Verwunderung setzet. Es ist auch dieser

§. 58. Mathematischer Beweiß.

Satz, so durch den Versuch bestätiget wird.

§. 58. Vortheil dabey, daß man die Kraft des druckenden Wassers selbst mit Händen fühlen kan. Denn man kan an statt des Gewichtes mit der Hand auf die ausgespannete Blase drucken; so wird man fühlen, wie starck das Wasser entgegen drucket, nachdem es in der Röhre immer höher steiget.

Ursache des starcken Druckes, wenn das Wasser aus dem wagerechten Stande gesetzet wird. Tab. IV. Fig. 24.

§. 59. Wer auf das vorhergehende wohl Acht gegeben, der wird bald begreiffen, woher es kommet, daß das Wasser eine so grosse Kraft bekommet, indem es ausser den wagerechten Stand gesetzet wird. Die untern Theile des Wassers bey E in der Röhre EF werden von allen obern, die über ihm stehen, gedrucket, und erhalten dadurch so viel Kraft, als die Schwere des gantzen Wassers ist, dadurch sie gedrucket werden (§. 43.). Da nun das Wasser in GE durch seine blosse Schwere mit dem in dem weiten Gefässe ADCB bis in HI die Wage hält (§. 34.), das ist, so viel widerstehet, als es von dem im Gefässe gedrucket wird: so muß es in gegenwärtigem Falle das Wasser um so viel stärcker drucken, als seine Schwere in der Schwere des Wassers, so ausser dem wagerechten Stande stehet, enthalten ist. Nemlich das Wasser in GE hat einen so starcken Druck in unserm Versuche als $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser, so in der Röhre GF ist. Da ihm nun

nun in dem Gefäſſe ABCD bey BI ein gleicher Cylinder, als EG iſt, widerſtehet; ſo erhält er gleichfals eine Kraft zu drucken, welche $1\frac{1}{2}$ Pfund haben (§. 46.). Wenn man nun alles Waſſer in AHIB in ſolche Cylinder in Gedancken eintheilet als EG iſt; ſo muß ein jeder von ihnen durch den Druck des neben ihm ſtehenden ſo viel Kraft erhalten, als $1\frac{1}{2}$ Pfund drucken. Derowegen weil in dem Cylinder AHIB 20 ſolche enthalten ſind wie EG iſt (§. 240. Geom.); ſo bekommet auch das Waſſer im Gefäſſe einen Druck, der 20 mahl $1\frac{1}{2}$ Pfunden, das iſt 30 Pfunden gleichet. Und hieraus erkennet man, daß auch der Boden G im Gefäſſe ABCD von dem Waſſer in der Röhre SR ſo viel gedrucket wird, als es ſeiner Bewegung widerſtehet: welches vorhin noch zweifelhaft blieb (§. 55). Niemand wird zweifeln, daß der Theil des Bodens unter der Röhre SR ſo ſtarck gedrucket wird, als die Schwere des Waſſers in der Röhre RS iſt. Da nun aber aus gegenwärtigem Beweiſe erhellet, daß alle Theile des Waſſers im Gefäſſe, die einerley Dicke mit der Röhre haben, eben einen ſo ſtarcken Druck erhalten wie der Theil, welcher unter der Röhre ſtehet; ſo begreifet ein jeder, der darauf Acht hat, daß die Stärcke des Druckes im Waſſer des Gefäſſes in der Proportion zunehmen muß,

§. 59.

Tab. III. Fig. 19. Erläuterung des obern Verſuches §. 55.

§. 59. muß, die die Grund-Fläche des Gefässes zu der Grund-Fläche der Röhre hat, folgends es eben so viel ist, als wenn die enge Röhre SR so weit wäre wie das Gefässe ABDC (§. 239. Geom).

Anmerckung. Tab. IV. Fig. 24.

§. 60. Ich habe anfangs das Gefässe ADCB mit der Röhre IEF aus einer andern Absicht machen lassen, nemlich die unsichtbaren Löcher in der Blase und ihre Beschaffenheit zu untersuchen, und nach diesem gefunden, daß dieses Instrument besondern Nutzen in der Anatomie hat, wenn man die Haut und Felle der Thiere, ingleichen alle Theile des Leibes, die aus Häuten zusammen gesetzet sind, als da sind der Magen, die Gedärme, die Blase u. s. w. untersuchen will. Und in dieser Absicht habe ich es den Anatomischen Heber genennet, und unter diesem Nahmen A. 1709. einigen Freunden in Briefen bekant gemacht, auch nach diesem in den Lateinischen Anfangs-Gründen der Hydrostatick beschrieben. An seinem Orte (§. 69. Tom. III. Exper.) werde ich Gelegenheit haben einige damit angestellte Versuche zu beschreiben.

Anatomischer Heber.

Schwere flüßige Materien drucken leichtere nieder.

§. 61. Um noch mehrere Umstände von dem Drucke der flüßigen Materien zu entdecken, dergleichen Boyle in seinen Paradoxis hydrostaticis angemercket, habe ich eine Röhre von Glase dergestalt gebogen, daß der eine Theil BA dreymahl länger

war

war als der kleine CD. Nach diesem habe ich das eine Ende D in Oleum petroleum destillatum gesetzet, und in A gesogen, bis davon so viel hinein kam, daß es beyderseits in H und I 66 Scrupel hoch stund. §. 61. Tab. III. Fig. 25.

Als ich nun die Röhre mit BC auf das Wasser in einem hohen cylindrischen Glase setzte, und sie an dem Rande des Glases gerade hinunter stieß, damit ich mit dem Handgrif. Circkel alle Höhen, die ich zu wissen verlangte, bequem abnehmen konnte, so lief gleich Wasser in die Röhre, und druckte das Oel nieder, und, weil die Röhre sehr enge war, blieb die Luft zwischen dem Wasser und dem Oel unbeweglich stehen. Es war aber Erfolg. die Eröfnung D unter dem Wasser 24 Scr. das Wasser stund in DC 51 Scr. tief, die Luft darunter 91, das Oel nur noch 21. Hingegen von der andern Seite in BA war das Oel gestiegen 131 Scr. hoch, der übrige Theil der Röhre im Wasser 56 Scr. hoch mit Luft erfüllet. Wenn man es tiefer eintauchte, gieng noch mehr Wasser in die Röhre DC, und stieß das Oel in die andere Röhre AB gantz hinüber. So lange die Luft, welche sich zwischen dem Oel und dem Wasser in der Röhre DC aufhielt, darinnen verblieb; stund das Oel in der Röhre BA allzeit niedriger als die Röhre im Wasser: hingegen so bald die Luft entweder gantz, oder doch grösten

§. 61. Theils in die Röhre CB kam, stieg das Oel in der Röhre BA über das Wasser im Glase herauf. Es nahm aber die Luft in BC eben einen Raum von 91 Scr ein als wie in CD. Als ich an statt des Oels in die Röhre Wasser saugete, und sie wie vorhin gerade hinunter in das Wasser im Glase stieß, bis die Eröfnung D 50 Scr. oder 5 Linien tief darinnen stund; so war in der Röhre AB das Wasser nur 108 Scr. hoch, der übrige Theil von 81 Scr. bis an die obere Fläche des Wassers im Glase war mit Luft erfüllet. Hingegen in der andern Röhre CD nahm die Luft den untern Theil von 81 Scr. ein, der obere von 81 Scr. war mit Wasser erfüllet. Wenn auch gleich die Röhre so tief eingetaucht ward, daß der gantze Theil DC mit Wasser und CB mit Luft erfüllet war; so stieg das Wasser auf der andern Seite in BA nicht bis an die oberste Fläche des Wassers im Gefässe. Hingegen wenn die Luft bis in die Röhre BA kam, so stieg darinnen das Wasser über den wagerechten Stand des äussern im Gefässe. Weil die Luft, welche in der Röhre CD verbleibet, indem man sie gerade hinunter tauchet, verhindert, daß sich das Wasser mit der Materie von der leichtern Art, die in der Röhre ist, nicht vermischet, ob sie sich zwar sonst vermischen lassen: so ist eben nicht nöthig, daß man ein Oel

Erinnerung.

dazu

dazu brauchet, sondern man kan auch Spiritum vini und eine jede andere flüßige Materie dazu nehmen. §. 61.

Wenn schwere Materien leichte niederdrucken.

Da das Wasser, welches in D durch die Eröfnung in die Röhre DC hinein dringet, nicht allein das Oel, oder, was es sonst für eine leichtere Materie daselbst hat als das Wasser, sondern auch die Luft zugleich nieder, ja durch die Röhre CB durchdrucket; so erhellet hieraus, daß in solchen Fällen, wo eine Materie der andern nicht ausweichen kan, auch die leichtere von der schwereren kan niedergedruckt werden, unerachtet sonst die leichtere in der schwereren in die Höhe steiget (§. 17.). Wir haben dieses auch schon in der That vorhin (§. 43) gesehen, da das Queckſilber in der Röhre AB aus AC herunter fiel, und die Luft durch die untere Eröfnung in B heraus jagete. Es könte also gegenwärtiger Versuch überflüßig scheinen, wenn wir, wie Boyle, weiter nichts anmercken wolten. Allein da wir verschiedene besondere Umstände angeführet, so werden wir durch deren Erwegung noch zu andern Gedancken geleitet werden. Weil in der Röhre Luft ist, nicht lauter Wasser, das wenige Luft aber fast gar keine merckliche Schwere hat (§. 47.); so ist es in der That so viel, als wenn die Röhre ABCD nicht so tief im Wasser stünde, sondern um so viel weniger als der Raum beträgt, den die Luft in der

Tab. II. Fig. 16.

Tab. III. Fig. 25.

Grund von besondern Umständen des Versuches.

§. 61. Röhre DC einnimmt. Was ist es demnach Wunder, daß die flüßige Materie von der andern Seite, absonderlich das Wasser, in der Röhre BA nicht so hoch steiget, als sie im Wasser stehet, oder, da sie leichter ist als das Wasser, nach Proportion ihrer Schwere auch wohl noch höher (§. 37.)? Hingegen wenn die Luft in BC ist, so drucket sie nicht mit gegen die flüßige Materie in BA, sondern bringet nur darauf den Druck des Wassers in der Röhre CD und über ihrer Eröfnung D im Glase. Derowegen weil nun das Wasser allein drucket und nicht durch die Luft gestöhret wird; so muß auch die flüßige Materie in der Röhre BA so hoch steigen, als es der wagerechte Stand erfordert (§. cit.), und also so hoch als die Röhre im Wasser stehet, wenn es Wasser ist, oder nach Proportion höher, nachdem sie viel oder wenig leichter ist als das Wasser. Es dienet die Erwegung der besondern Umstände dazu, daß wir durch dasjenige, was in vorhergehenden Versuchen ausgemacht worden, erklären lernen, was in nachfolgenden vorkommt. Und dieses ist in der That nicht geringer, sondern wohl gar höher zu achten, als wenn wir einen neuen Satz aus dem Versuche gezogen hätten, der aus dem vorhergehenden noch nicht wäre klar gewesen.

Warum besondere Umstände zu erwägen.

Das 4. Capitel.

Von der Luft-Pumpe.

§. 62.

Gegenwärtiges Vorhaben.

Nachdem wir verschiedenes von den flüßigen Materien überhaupt abgehandelt haben; so wollen wir auch solches insbesondere von der Luft zeigen, damit wir ihre Würckungen verständlich erklären können. Da nun zu denen Versuchen, wodurch die Eigenschaften und Würckungen der Luft sich zu erkennen geben, die Luft-Pumpe gebrauchet wird; so ist nöthig, daß wir dieses Instrument ausführlich beschreiben, ehe wir einigen Versuch vornehmen, dazu wir es von nöthen haben.

Erfinder der Luft-Pumpe.

§. 63. Dieses sehr nützliche Instrument, dadurch fast die gantze Erkäntniß der natürlichen Dinge ein anderes Ansehen gewonnen, hat Otto von Gvericke, Bürgemeister in Magdeburg, auch Chur-Brandenburgischer Rath und Abgesandter auf dem Reichs-Tage zu Regenspurg erfunden, und sie daselbst im Jahre 1654. in Gegenwart des Käysers, auch einiger Churfürsten und Abgesandten, mit grosser Verwunderung durch allerhand gantz unvermuthete Versuche gezeiget. Daher es auch geschehen, daß ein Fran-

§. 63. Frantzose Desnoues (a) den Erfinder Mr. Magdeburg nennet. Damahls lebete eben zu Würtzburg auf der Universität der berühmte Jesuite Caspar Schott, welcher daselbst die Professionem Mathematum bekleidete. Als er nun eben Vorhabens war seine Artem Mechanicam Hydraulico-pneumaticam heraus zu geben, die auch kurtz darauf, nemlich A. 1657. an das Tages-Licht kommen, und das Gerüchte von dem, was Gvericke auf dem Reichs-Tage gezeiget hatte, auch in Würtzburg erschollen war; so schrieb er an ihn, und bath ihn um genauere Nachricht, die er nach diesem als einen Anhang zu vorerwehntem Wercke von den Luft- und Wasser-Künsten mit heraus gab, und solchergestalt die so vortreflichen Erfindungen von den Würckungen der Luft zuerst der Welt durch öffentlichen Druck bekannt machte. Als in Engelland Robert Boyle vernahm, was Schott von Gverickens Erfindungen heraus gegeben hatte; zog er den berühmten Robert Hooke, der so wohl in Mechanischen Künsten, als auch natürlichen Wissenschaften, sehr erfahren und geübt war, zu Rathe, und verfertigte sich gleichfals eine Luft-Pumpe, wie er selbst aufrichtig gestehet in der Vorrede über seine Experimenta

(a) Lettres de Desnoues a Rome 1706. in 8.

ta de vi aëris elaſtica, die er zuerſt A. 1659 §. 63.
in Engliſcher, nach dieſem A. 1661. in La-
teiniſcher Sprache drucken laſſen. Und
daher iſt es kommen, daß nicht allein viele
Engelländer, ſondern auch einige Frantzoſen
Boylen für den Erfinder der Luft-Pumpe
ausgeben. Endlich hat Gvericke ſelbſt
ſeine Erfindungen beſchrieben, und ſie An.
1672. unter dem Titul: Experimenta no-
va Magdeburgica de vacuo ſpatio zu Am-
ſterdam heraus gegeben.

§. 64 Anfangs hatte Gvericke ſeine Wie es mit Erfindung der Luft-Pumpe nach und nach zugegangen.
Luft-Pumpe gantz ſchlecht gemacht, und
ohne allen künſtlichen Rüſtzeug, indem er
blos eine meßingene Feuer-Sprütze dazu
gebraucht, und, als er ein höltzernes Wein-
Faß, ſo er mit Waſſer erfüllet hatte, verge-
bens damit auszupumpen ſich bemühete,
indem die Luft durch die verborgene Löcher
des Holtzes durchgieng (b), eine küpferne
Kugel, darein 60 bis 70 Maaß Waſſer
giengen, damit ausgeleeret (c). Wie er
es auf verſchiedene Art angegriffen, damit
er die Luft aus Gläſern und Gefäſſen von
Kupfer heraus bringen möchte, hat Schott
(d) weitläuftig beſchrieben. Endlich aber
hat er ſeiner Luft-Pumpe eine bequeme
Stru-

(b) Experim. Magdeburg. lib. 3. c. 2. f. 73.
(c) ibid. c. 2. f. 77.
(d) in Technica curioſa lib. 1. p. 8. & ſeqq.

§. 64. Structur gegeben, damit ein einiger Mensch durch einen Hebel den Stempel leicht hin und her bewegen konte (e). Auch aus dem wenigen, was wir hier angeführet, erhellet, daß Gvericke zuerst durch seine sinnreiche Versuche heraus gebracht, es lasse sich die Luft auspumpen, und könne man dadurch einen von der Luft leeren Raum erhalten, was für ein Instrument zu Auspumpung der Luft nöthig sey, und was die Gefässe, welche man damit ausleeren will, für eine Figur haben müssen, auch aus was für Materie man sie zu verfertigen hat. Dieses sind die Haupt-Sachen, darauf man bey der Luft-Pumpe zu sehen hat, und also hat er im Haupt-Wercke nichts andern zu erfinden übrig gelassen.

Was Boyle bey der Luft Pumpe gethan.

§. 65. Boyle in dem vorhin angezogenem Orte erinnert, er habe die Erfindung Gverickens, wie sie von Schotten in dem Anhange seines Werckes von den Wasser-Künsten beschrieben wird, in zweyen Stücken verbessert. Einmahl habe er zu wege gebracht, daß der Stempel sich leichter bewegen liesse: darnach habe er auch davor gesorget, daß Gefässe mit weiten Eröfnungen sich auspumpen liessen. Nachdem er vieles bald auf dieses, bald auf eines andern Einrathen vergebens versuchet, habe

(e) Experim. Magdeburg. lib. 3. c. 4. f. 75.

be endlich Hooke die Sache zu Stande ge- §. 65.
bracht, indem er den Stempel heraus und hinein zu winden die Fuhrmanns-Winde gebrauchet, die aus einer eisernen Stange mit Zähnen und einer Kurbe mit einem Stirn-Rade bestehet, und dadurch bekanter massen schwer beladene Wagen sich von einem Menschen mit leichter Mühe in die Höhe winden lassen. In der andern Absicht hat er oben in der gläsernen Kugel eine weite Eröfnung mit einem Halse machen lassen, wie die Chymici und Apothecker haben, damit er daselbst einen meßingenen Ring ankütten, und einen Deckel darauf kütten könnte, wenn er die Sachen hinein gethan hätte, die er in einem von der Luft leeren Raum zu sehen verlangte. Also hat Boyle nachgefraget, wie man den Stempel aus der Luft-Pumpe bequem heraus winden könne, und sich den Vorschlag Hookens, als eines in natürlichen Wissenschaften und mechanischen Künsten berühmten Mannes, gefallen lassen. Er hat auf der Glas-Hütte ein Glas machen lassen, was er bey den Chymicis und Apothekern gesehen, und darauf einen meßingenen Deckel geküttet.

§. 66. Ich habe schon vorhin erinnert, daß Gvericke selbst eine bequeme Art den Stempel heraus zu ziehen und hinein zu stossen erdacht, da ein einiger Mensch solches verrich- Ob er für Gvericken etwas besonderes zuwege gebracht.

§. 66. verrichten kan, und noch geschwinder als mit der Winde, sonderlich bey seiner Art der Luft-Pumpe, die mit einem Ventil versehen war, und sich also in einer steten Bewegung auspumpen ließ. Daher auch Gvericke solches als einen Fehler in Boylens Luft-Pumpe ausstellet in einem Briefe, den er an den gelehrten Jesuiten Schott geschrieben, und dieser in seiner Technica curiosa (f) anführet. Und im Haupt-Wercke, nemlich in der Auspumpung der Luft, hat Schott mit Gvericken seine Luft-Pumpe der Boylischen vorgezogen (g). Es hat über dieses Gvericke seine Kugel unten mit einer weiten Eröfnung und dergestalt verfertigen lassen, daß er gleichfalls allerhand Sachen, als Fische und Vögel, hinein thun, und, was sich mit ihnen in einem von der Luft leeren Raum ereignete, wahrnehmen konnte. Und hieraus lässet sich urtheilen, wie weit man sagen kan, es habe Boyle die Gverickische Luft-Pumpe verbessert. Jedoch ist auch nicht zu vergessen, daß Boyle blos gesehen, was Schott davon geschrieben, nicht aber was Gvericke selbst erst nach diesem davon heraus gegeben.

Was nach diesem für Veränderungen

§. 67. Nach diesem sind von verschiedenen

(f) lib. 1. c. 28. p. 74.
(g) lib. 2. c. 2. p. 98.

denen Künstlern und nach verschiedenen damit von den Gelehrten angestellten Versuchen hin und wieder einige Veränderungen vorgenommen worden, bis endlich An. 1697. der Herr Sengwerd, Professor zu Leyden, sich mit einem Künstler daselbst unterredet, und eine Luft-Pumpe von dieser Art machen lassen, wie sie unter uns jetzund im Brauch ist, und ich nach diesem ausführlich beschreiben werde. Es ist aber diese Art von der vorigen hauptsächlich darinnen unterschieden, daß sie an statt der Ventile einen Hahn hat, der ihre Stelle vertrit, und an statt der kugelrunden Gefässe mit Schrauben einen meßingenen Teller mit einer nassen ledernen Scheibe und einer gläsernen Glocke, die unten gantz offen ist. Vor einigen Jahren hat wiederum Hauksbee in Engelland eine Luft-Pumpe mit Ventilen gemacht, und daher auch die Art den Stempel zu bewegen behalten, den Gvericke zu einer Luft-Pumpe mit Ventilen für bequem gehalten.

§. 67. damit vorgenommen werden.

§. 68. Ich will mich mit Beschreibung verschiedener Arten der Luft-Pumpen jetzt eben nicht aufhalten, indem dieses zu unserm gegenwärtigen Vorhaben nicht dienet: mir ist genung, wenn ich diejenige ausführlich darstelle, deren ich mich in gegenwärtigen Versuchen bedienet, und die von einem geschickten Mechanico in Leipzig

Wie weit die Luft-Pumpe hier soll beschrieben werden.

§. 68. Herr Leupolden verfertiget worden: wobey ich mir jedoch die Freyheit nehmen werde bey jedem Theile derselben mit anzuführen, was überhaupt davon zu wissen nöthig und nützlich ist. Ich habe diese Luft-Pumpe schon (a) fast 11 Jahr, nemlich von An. 1710. an, und sie beständig gebraucht, jedoch noch nicht im geringsten nöthig gehabt daran etwas bessern zu lassen.

Haupttheile der Luft-Pumpe. Tab. IV. Fig. 25.

§. 69. Man hat bey einer Luft-Pumpe auf vier Haupt-Theile Acht zu geben, 1. auf das Rohr AB, als den Cörper der Pumpe, 2. auf den Stempel mit der Stange EDC, 3. auf den Hahn IG, 4. auf die Gefässe, die von Luft ausgeleeret werden, und diejenigen Theile an der Luft-Pumpe HKLQP, welche zu ihrer Befestigung dienen. Bey einem jeden von diesen Haupt-Theilen finden wir verschiedenes zu erinnern.

Beschaffenheit des Rohres.

§. 70. Was nun erstlich das Rohr AB betrift; so ist dasselbe ein ausgehöhlter Cylinder. Man machet es lieber etwas lang, als gar zu weit, weil die Luft, als ein flüßiger Cörper, mehr Widerstand der Bewegung giebet, wenn es weit, als wenn es enge ist. Gar zu lang ist auch nicht dienlich, weil es sonst lange aufhält, ehe man den Stempel heraus und hinein windet. Und ist es in der That einerley, ob man einige

Seine Grösse.

Züge

(a) Dieses ist An. 1721. geschrieben worden.

Züge mehr thut, oder über einem Zuge §. 70.
länger zubringet. Ein langes Rohr kan keinen andern Vortheil bringen, als daß man dadurch auf einmal mehr Luft auszupumpen gedencket, und daher geschwinder fertig werden will. Da wir zur Zeit noch nicht zeigen können, was es für eine Beschaffenheit mit der Auspumpung der Luft hat, sondern dieses erst hernach geschehen soll; so lässet sich auch hier die Frage nicht entscheiden, ob eine allzugrosse Länge der Luft-Pumpe mehr aufhält als fördert. Unterdessen da die Grösse zu genauer Ausleerung der Gefässe nichts beyträget, wenn nur das Rohr nicht allzu klein ist, als in welchem Fall es die Erfahrung zeiget, daß man nicht so genau ausleeren kan; so kan man sich mit mittelmäßigen vergnügen, und ist nicht nöthig auf die Länge viele Kosten zu wenden, es sey denn, daß man sie mehr zur Parade, als im Ernst gebrauchen will. Unterdessen muß sie doch auch nicht allzu klein seyn, nicht allein, daß es nicht allzu langsam hergehet, wenn man grosse Gläser oder andere Gefässe auspumpen will; sondern daß man auch dieselben ohne Gefahr und bequem an die Luft-Pumpe befestigen kan, und aus der vorhin angezeigten Ursache. Das Rohr von meiner Luft-Pumpe hält im Diameter im Lichten 4 Zoll und 6 Linien

§. 70. und ist zwey rheinländische Schuh lang.

Materie. Es wird das Rohr aus Meßing gegossen, nicht aber geschlagen und gelöthet, weil das Loth leichte Schaden nehmen kan, sonderlich wenn es nur Schnell-Loth ist, das ist, wenn man nur mit Zinn löthet.

Vorsichtigkeit im Giessen. Jedoch muß der Guß mit aller möglichen Sorgfalt verrichtet werden, daß sich nicht etwan hin und wieder Luft verhält, wodurch der Meßing löchericht wird, und die Pumpe nach diesem nicht Luft halten kan. Es können diese Löcher so kleine seyn, daß man nichts mit blossen Augen davon zu sehen bekommt.

Probe, ob es wohl gegossen. Wenn man aber versuchen will, ob einige vorhanden oder nicht; so darf man nur Wasser in das Rohr hinein ziehen, und es mit dem Stempel nebst der zugleich darinnen enthaltenen Luft mit der grösten Kraft, die man anwenden kan, pressen; so wird es durch die Löcher durchdringen und sie verrathen. Solten sie auch etwa durch die Materie, so zum Poliren gebraucht worden, verstopft seyn; so darf man nur anfangs Luft allein darinnen zusammen pressen, so werden sie

Ursache der Probe. dadurch eröfnet werden. Denn wir werden nach diesem zeigen, daß, je mehr die Luft zusammen gedruckt wird, je eine grössere Kraft bekommt sie sich auszubreiten. Daher sie dasjenige, wodurch die Löcher verstopft worden, heraus stösset, indem sie

sich

sich ausbreitet. Wenn man das Rohr, ingleichen auch die übrigen Theile der Luft-Pumpe, nebst allem Zugehör aus Meßing, reinlich erhalten will, muß man es mit klein gestossenem Bimsen-Stein und ein wenig Baum-Oel abreiben: jedoch damit der Glantz nicht verdorben wird, beständig nach dem Striche, wie es gearbeitet worden, z. E. was abgedrechselt worden, nach der Rundung. Inwendig muß das Rohr nicht allein sehr gleich ausgehölet, sondern auch gantz glatt poliret seyn, damit sich nirgends etwas Luft verhalten und zwischen dem Stempel in den Raum eindringen kan, wo er heraus gezogen worden. Daher muß man sich auch in Acht nehmen, daß kein grober Staub weder in das Rohr, noch auf den Stempel kommt, wenn man ihn heraus genommen: indem dadurch in der innern glatten Fläche des Rohrs leicht Ritze entstehen können. Künstlern ist bekannt, wie man ein Rohr von Metall gleich ausbohren und glatt poliren soll Und ist es nicht mein Werck, daß ich Unterricht von der Hand-Arbeit ertheilen will zum Gebrauch der Künstler, die Luft-Pumpen verfertigen wollen: sondern ich will blos die Beschaffenheit der Luft-Pumpe denen zum Besten beschreiben, die damit nöthige Versuche anstellen wollen, und wissen müssen, wie weit sie sich auf ihr Instrument zu verlassen

§. 70. Wie das Rohr rein erhalten wird.

Innere Beschaffenheit des Rohres.

Vorsichtigkeit im Gebrauch.

Absicht des Autoris bey dieser Beschreibung.

§. 70. lassen haben. Wenn im Experimentiren Wasser in das Rohr gedrungen; so muß man es nicht darinnen stehen lassen, weil, wie bekannt, auch Meßing von dem Wasser angegriffen wird. Man kan aber die Luft von dem Wasser gar bald reinigen, wenn man etwas Luft in das Rohr ziehet, nach diesem sie darinnen zusammen presset, und alsdenn mit Gewalt heraus fahren lässet: da sie denn das Wasser zugleich mit sich heraus führet. Und wird sich dieses unten aus denen Versuchen, die man mit der Luft-Pumpe anstellet, klärer zeigen.

Wie das Wasser aus dem Rohre zu bringen.

§. 71. Der Stempel hat die Figur eines Cylinders, und ist im Diameter so groß als das Rohr im Lichten weit ist, damit er allenthalben genau anschliessen kan, und nirgends die Luft zwischen ihm durch zu dringen vermögend ist. An der Höhe ist eben so viel nicht gelegen. Jedoch muß man ihn nicht gar zu lang machen: denn weil er sich überall an dem Rohre anreibet, dadurch aber der Bewegung ein Widerstand geschiehet, indem er heraus gezogen, oder auch hinein gestossen wird (§ 209. Mech.); so kan man gar leicht erachten, daß ein langer Stempel sich schwerer heraus ziehen lässet, als ein kurtzer. Es bestehet aber der Stempel aus verschiedenen ledernen Scheiben AB und zwey meßingenen BD und AC. Die ledernen müssen so breit seyn, als die Luft-Pumpe im

Beschaffenheit des Stempels.

Figur und Grösse.

Tab. V. Fig. 27.

Materie.

im Lichten weit ist, damit sie überall genau §. 71.
schliessen: hingegen die aus Meßing um ein weniges schmäler, damit sie nicht das Rohr berühren und in der Bewegung abreiben. Die ledernen werden aus starcken Büffel-Leder geschnitten, so von den Weiß-Gerbern zubereitet wird. Damit sie geschmeidig werden und Luft halten, werden sie einige Zeit in Fett, so aus Schweinefleische ausgekocht, mit dem sechsten Theile Baum-Oel vermischt, geleget, bis sie sich gantz voll getruncken, und weiter nichts annehmen wollen. An der obern Scheibe von Meßing CA ist mitten ein Dorn, daran die lederne Scheiben gestecket werden, nachdem man sie vorher gehöriger Weise in der Mitten durchlöchert, das ist, mit einem runden Eisen Löcher ausgeschlagen. Dieser Dorn ist unten mit einer Schraube gleichwie die untere Scheibe BD mit einer Mutter versehen, damit man vermittelst des Schlüssels HI das Leder zusammen pressen kan, so viel als nöthig. Nemlich die untere Scheibe BD hat zwey viereckichte Löcher, darein man die beyden viereckichten Füsse des Schlüssels F und G setzen kan, wenn man sie herum drehen und anschrauben will. Und siehet man auch daher, warum sie dicke seyn muß. In meinem Stempel ist die Dicke der untern Scheibe BD $3\frac{1}{2}$ Linien, die Tiefe der gevierten Löcher 5 Linien, ihre Wei-

Zubereitung.

Wie er zusammen gepresset wird. Tab. V. Fig. 28.

Fig. 27.

§. 71. te 3. Linien, die Länge des Stempels AB, so weit er ledern ist, hält 27 L. endlich die Dicke der obern Scheibe ist etwas dünner als die untere. Mitten an der obern Scheibe ist ein runder Knöpf zu Befestigung der Stange, damit der Stempel heraus gezogen und hinein gestossen wird. Zu dem Ende ist er in der Mitten ausgehölet, damit man oben in M die Stange hinein stecken kan, und zur Seiten ist er gleichfalls mit zwey Löchern durchbohret, damit man den Hacken O durchstecken kan, wodurch die Stange an dem Stempel fest gehalten wird. Der Stempel wird mit Baum-Oel eingeschmieret, bis er in der Pumpe wohl zurücke gehet, wenn er heraus gezogen worden, und man ihn wieder fahren lässet, ehe man die Pumpe eröfnet. Wenn er trocken ist, reibet er sich zu starck an der Pumpe, und lässet sich nicht wohl heraus ziehen.

Wie er an der Stange befestiget wird.

Fig. 29.

Wie er eingeschmieret wird.

§. 72. Der Stempel wird heraus gewunden durch Hülfe einer Winde, die aus einer gezähnten eisernen Stange AB, einer Axe CD, einem Stern-Rade EF und einem Creutze NO bestehet; wozu noch das Gestelle mit der Widerlage kommt. Die Stange hat unten eine doppelte Rundung AG und H, nach diesem aber ist sie bis I viereckicht, und bey dem Anfang der Zähne wird sie breiter. Die Rundung dienet dazu,

Beschaffenheit der Winde.

Tab. V. Fig. 30. 31, 32.

Tab. IV. Fig. 26.

dazu, daß sie sich in den oberen Knopf des Stempels desto leichter bringen lässet, als der rund ausgebohret. Die kleinere Rundung H wird deswegen gemacht, damit die Gabel, welche durch die Löcher des Knopfes zur Seite durch gestossen wird, die Stange fassen und in dem Knopfe zurücke halten, solchergestalt an dem Stempel befestigen kan. Bis in I ist sie viereckicht, damit sie sich nicht innerhalb dem Knopfe wenden kan, sondern so muß stehen bleiben, wie man sie hinein gesiecket. Die Stange muß so lang seyn, daß, wenn man sie an dem Stempel befestiget und ihn hinein gewunden, sie nur ein wenig noch hervor gehet, indem sie auf der hintern Wand des Kessels, wo sie heraus gehet, aufliget. Weil sie grosse Gewalt ausstehen muß, wenn man sie heraus windet, muß sie starck genung gemacht werden, als etwa $4\frac{1}{2}$ Linien dicke und 9 Linien mit den Zähnen breit. Es können auch die Zähne an der Stange mit ein wenig Baum-Oel eingeschmieret werden, damit sich dieselbe leichter heraus und hinein winden lässet (§. 211. Mech.): welches mit einer Feder gar leicht geschehen kan. Die Kammen werden oben abgerundet, und inwendig, wo die Kammen des Rades aufstossen, wird der Raum zwischen zweyen Kammen gleichfalls ausgerundet, damit in der Bewegung sich weniger Wi-

§. 72. 1. Die Stange mit Zähnen.

§. 72. Tab. V. Fig. 32. 2. des Stern-Rades.

derstand befindet (§. 216. Mech.). Die Figur des Stern-Rades EF ist aus dem Risse leichtlich zu ersehen. Man machet in der Mitten das Loch, wodurch die Axe gehet, viereckicht und nicht rund, damit es sich nicht herum drehen lässet, und demnach desto fester an derselben hält. Die Axe CD ist oben in C, wo das Creutze befestiget wird, gleichfalls viereckigt. aus eben derselben Ursache. Oben ist eine Schraube-Mutter, damit man vermittelst der Schraube L das Creutze daran befestigen kan, hinten in D ist ein Zapfen, womit die Axe auf ihrem Lager aufliegt. Damit das Stern-Rad über der Stange stehen bleibet und zu keiner Seiten abweichet, werden zugleich zwey Hülsen aus Meßing M und N an die Axe gestecket, nemlich zu jeder Seite des Rades eine, welche an dem Rade von beyden Seiten anliegen, und bis an die Seiten des Lagers gehen, wo die Axe aufliegt. Die Hülse bey dem Zapfen D wird mit einer Schraube O an der Axe befestiget, daß sie sich nicht wenden kan, weil daselbst die Axe eckicht ist um des Stern-Rades willen, so ein eckichtes Loch hat, und von derselben Seite angestecket wird. Und deswegen hat so wohl die Hülse N ein Loch, wo die Schraube durch gesteckt wird, als auch in der Axe ist in P die Schrauben-Mutter, darein die Schraube O geschraubet wird. Das

Fig. 31. 3. der Axe.

4. der Hülsen. Fig. 33.

Creutze

Creutze wird in der Mitten viereckicht ge- §. 72.
macht, damit man es, wie schon erinnert, an Tab. IV.
der Axe befestigen kan. Es bekommt vier Fig. 26.
Armen, und also die Figur eines Creutzes, 5. des Creutzes.
damit die Bewegung bequemer wird. In den Armen sind die runden Höltzer um die Eisen, die durch sie gehen und darein sie oben verschraubet sind, beweglich, damit sie die Hand nicht so starck reiben. Zur Befe- 6. des Gestelles.
stigung der Axe wird an das Förder-Blat Tab. V.
des Kessels ein Gestelle gemacht, davon der Fig. 34.
obere Theil AB durch einen Zapfen C in ein viereckichtes Loch eingesetzet, der untere aber DE in F eine Mutter hat, dergleichen sich auch an gedachtem Blate des Kessels befindet, allwo er vermittelst einer Schraube daran befestiget wird. In H 7. der Widerlage.
ist das Lager für die Axe der Winde: Fig. 34. 35.
zwischen AH und DG aber kommt die Tab. VI.
Widerlage IKLMNOPQ, welche durch Fig. 36.
den Stift SR an dem Gestelle in V und R befestiget wird. Auf dieser Widerlage ruhet die eiserne gezahnte Stange, und wird zugleich durch einen runden an ihr befestigten Nagel oder Stift aufgehalten, daß man den Stempel nicht so weit heraus winden kan, ob gleich der Kessel zugedeckt ist, und man also nicht sehen kan, wie weit man ihn heraus windet.

§. 73. Wie die Röhre der Luft-Pum- Befestigung der Röhre
pe an dem Kessel befestiget wird, kan man

aus

§. 73. aus der Figur des Förder-Blates urtheilen. Nemlich in der Mitten, wo die weite Eröfnung ist, wird ein runder Reifen angelöthet ABCD, mit 4 Muttern in A, B, C und D, wo vermittelst 4 Schrauben das Rohr angeschraubet wird. Das Förder-Blat des Kessels aber wird vermittelst des Bleches FG mit einer Schraube, wie vorhin (§. 73.) gedacht, an das Gestelle zu der Stange des Stempels in K an den höltzernen Kasten unter dem Kessel angeschraubet.

an dem Kessel. Tab. VI. Fig. 37.

Fig. 38.

Nutzen des Kessels.

§. 74. Wenn der Stempel nicht tüchtig ist, so hält die Luft-Pumpe nicht Luft, und deswegen hat man nöthig den Kessel mit Wasser zu füllen, damit keine Luft dadurch zu ihm kommen kan. Allein wenn er tüchtig gemacht worden, nemlich aus dem dicken Leder von dem Halse, welches die Gürtler bey Verfertigung der Degengehencke wegschneiden, und so mit Fett und Oel getränckет wird, wie oben beschrieben worden (§. 71.); so hat man kein Wasser im Kessel nöthig. Ich habe niemals einigen Tropfen darein gebracht, so lange ich meine Luft-Pumpe habe, unerachtet ich den Stempel öfters im Jahre kaum zweymal eingeschmieret. Er dienet also nur die Luft-Pumpe wider den Staub zu verwahren, und ihr ein besseres Ansehen zu geben. Denn wenn das Rohr horizontal lieget, und mit einem Deckel von Meßing, der

sich

sich an das Rohr anschrauben lässet, und darinnen blos eine Eröfnung für die Stange gelassen, verwahret wird; ist es eben so gut. Nur bekommt die Luft-Pumpe nicht so grosses Ansehen: welches man einem so kostbaren Instrumente gar wohl gönnen kan. §. 74.

§. 75. Ein Haupttheil von der Luft-Pumpe ist der Hahn, und demnach nöthig, daß wir ihn ausführlich beschreiben. Der obere Theil AB ist eine enge Röhre, dadurch die Luft sowol aus der Pumpe heraus gestossen, als auch nach Befinden hinein gelassen wird. Der untere Theil BC hat die Figur eines abgekürtzten Kegels, und ist oben weiter als unten, weil der Hahn so weit in eine Hülse gesetzet ist. Da er sich nun durch das viele Herumdrehen abnutzen kan; so wird er nicht auf einmal wandelbar, sondern gehet nach und nach tiefer hinein. Es wird aber dieser Theil mit Unschlitt über glüenden Kohlen eingeschmieret, damit er desto besser Luft hält und sich nicht aus arbeitet. Man muß sich aber wohl in Acht nehmen, daß kein Baum-Oel daran kommt, indem Meßing auf Meßing sich sehr ausarbeitet, wenn es mit Baum-Oel geschmieret ist. Der gantz unterste kleine viereckichte Theil D dienet zur Befestigung des Hahnes an der Hülse, wie wir bald deutlicher sehen werden. Nemlich wenn man den conischen Theil des Hahnes BC

Beschaffenheit des Hahns.

Tab. VI. Fig. 39.

Figur des Hahnes.

Wie er eingeschmieret wird.

Tab. VI. Fig. 40.

Wie er an der Hülse befestiget wird.

in

57 § in die Hülse HI hinein gesetzet, daß der unterste kleine viereckichte Theil D unten in I hervor gehet, so wird der platte Ring K, der mitten ein viereckichtes Loch hat, angesiecket, und ein lederner Ring, der mit Unschlitt voll getränckt worden, darzwischen geleget, nach diesem aber durch die Schraube L, die man in die Mutter in D einschraubet, angezogen. Es ist aber der untere conische Theil des Hahnes BC auf zweyerley Weise durchbohret. Erstlich gehet das Loch F von der andern Seite wieder heraus, damit dadurch die Luft aus der Röhre NM in die Luft-Pumpe, und aus dieser in dieselbe Röhre kommen kan, wenn man den Hahn dergestalt wendet, daß das eine Loch F an der Röhre N, das aber von der andern Seite an der Röhre M zu stehen kommt. Darnach ist das Loch E schräge hinauf bis in die Röhre BA gebohret, damit dadurch die Luft aus der Pumpe durch die Röhre BA kan hinaus gestossen, wenn es gegen die Röhre M stehet, oder auch durch die Röhre AB in die Röhre N und die weiter mit ihr vereinigten Gefässe kan eingelassen werden, wenn es an der Röhre M zu stehen kommt. Oben auf die Hülse wird der kleine hohle meßingene Cylinder N mit einer breiten Platte geleget, damit man das Futteral PQ über den Hahn AB bequem decken, und damit denselben nach Belieben

Fig. 39. 40. Wie er durchbohret,

Wie er gewendet wird. Tab. VI. Fig. 36. 41.

lieben wenden kan, wie man will. Die Röhre AB im Hahne wird mit dem Stöpsel RS zugestopft, daß keine Luft von aussen in den Hahn kommen kan, als wenn man es verlanget. Und damit man ihn nicht verlieret, auch im Gebrauch jederzeit bey der Hand hat, indem man immer nach einander bald damit zustopfen, bald ihn heraus ziehen muß, so wird er mit einem Kettlein an das Futteral des Hahns feste gemacht. §. 75. Fig. 39. Wie er verstopft wird.

§. 76. Wenn man sich in das Auspumpen zer Luft finden will, so muß man hauptsächlich wohl darauf acht haben, wie der Hahn durchbohret ist. Das Futteral PQ muß einmal so wie das andere aufgesetzet werden, damit man im Wenden nicht irre wird. Die Bequemlichkeit erfordert es, daß PO mit den quer durch gebohrten Löchern F parallel zu stehen kommt. Mit der Schraube O wird die Hülse an das Rohr der Luft-Pumpe geschraubet, und solchergestalt der Hahn an die Luft-Pumpe befestiget. Hingegen in N wird die Röhre AB eingeschraubet, darauf in C die Gefässe geschraubet werden, die man auspumpen will, oder auch der Teller, darauf man die Gefässe setzet, die man auspumpen soll. Vorsichtigkeit im Gebrauche. Fig. 40. Tab. VI. Fig. 40. Tab. VII. Fig. 42.

§. 77. Damit man ohne Gefahr gresse und schwere Gefässe in C aufschrauben kan, so wird die Röhre folgender gestalt befestiget. Auf das Bret, darauf man die Luft- Was zu Befestigung der auszuleerenden

Pumpe

§. 77. Pumpe feste gemacht, wird die Röhre BE
Gefässe dienet. fest geschraubt und darein die Hülse HI
Tab. VII. mit dem Dorn IK gesteckt. Damit sie
Fig 43. 44. nicht wancken kan, so wird gedachter Dorn IK mit der Stell-Schraube L, so man in die Mutter G hinein schraubet, befestiget. Hierauf stösset man das eine Ende N der
Fig. 45. 42. Gabel MN durch die Hülse HI, und schiebet den Förder-Theil M gegen die Röhre AB bis sie die Schraube S fasset. Alsdenn wird oben auf der Hülse eine Stellschraube eingeschraubet, damie die Gabel nicht
Fig. 46. wancken kan. Und endlich wird die Mutter Q in die Schraube S eingeschraubet, damit die Röhre AB von der Gabel MN feste gehalten wird. Ueberall, wo ein Theil an den
Verwahrung wider Luft. andern geschraubet wird, dadurch Luft in die Pumpe kommen kan, wird ein lederner Ring geleget, den man mit Unschlitt voll getränket, damit er Luft hält.

Wie man die Luft-Pumpe auf die Probe stellet. §. 78. Und also haben wir die Luft-Pumpe nach allen ihren Theilen kennen lernen. Es ist aber noch übrig, daß ich auch zeige, wie man sie auf die Probe stellet, ob irgendswo von aussen Luft hinein dringen kan, oder nicht. Man ziehet zu dem Ende den Stempel bey verschlossenem Hahne heraus und hält ihn auf, daß er nicht wieder zurücke laufen kan. Wenn man ihn nun nach einiger Zeit wieder hinein windet, oder von sich selbst hinein laufen lässet, und er

gehet

§. 78.

gehet bis an den Boden gantz hinein; so siehet man, daß keine Luft in die Pumpe hinein kommen kan, weder durch den Hahn, noch bey dem Stempel. Will man nun ferner wissen, ob sie auch hinten bey der Röhre und dem Teller wohl verwahret ist, oder nicht; so darf man nur die Röhre oben in C zuschrauben, den Hahn dergestalt wenden, daß die Röhre AB mit der Pumpe Communication hat, und die Luft aus derselben Röhre auspumpen, nach diesem wie vorhin den Stempel von neuem heraus ziehen, und eine Weile zurück halten, damit man abermals inne werde, ob die Luft hinein kommen kan, oder nicht. Denn wenn im ersten Fall keine hinein kommen kan, hingegen jetzund einige hinein dringet; so ist gewiß, daß der Fehler in der Röhre AB hinter dem Hahn stecke.

Tab. VII. Fig. 42.

§. 79. Will man nun eigentlich den Ort wissen, wo die Luft durchkommen kan; so ziehet man in die Luft-Pumpe Wasser, und, nachdem man entweder den Hahn verschlossen, oder hinten die Röhre verstopft, presset man das Wasser so gewaltig, als man kan: wenn dieses geschiehet, dringet das Wasser dadurch, wo die Luft hinein gehet. Wenn wir nach diesem Versuche mit der Luft-Pumpe anstellen werden; so werden sich noch andere Proben an die Hand geben, von denen wir hier noch nichts reden können.

Wie man den Ort entdecket, wo die Luft durchdringet.

Das 5. Capitel

Von den Eigenschaften und Würckungen der Luft.

§. 80.

Wie die Luft ausgepumpet wird, und daß sie eine ausdehnende Kraft hat. Tab. VII. Fig. 47.

Oben in den Knopf A einer gläsernen Glocke wird ein Hacke G mit Gyps eingegossen, damit man etwas darein hängen kan. Wenn man nun dergleichen Glocke bey der Hand hat; so nehme man eine Lamms- oder Schöpsen-Blase, oder auch in Ermangelung derselben eine Schweins-Blase, lasse nur gantz wenig Luft darinnen, binde sie mit zartem Bindfaden oben an dem Halse feste zu, damit keine Luft heraus kommen kan, und hänge sie unter die Glocke an den Hacken G.

Wie die Glocke auf den Teller fest aufgesetzt wird.

Auf den Teller der Luft-Pumpe wird ein Leder geleget, dergleichen die Weißgerber auszuarbeiten pflegen, entweder von der Art, wie zu Colletten gebraucht wird, oder auch von anderer, wie die Orgelmacher brauchen. Es wird aber das Leder vorher im Wasser eingeweichet, daß es durchaus naß wird. Hierauf setzet man die Glocke und drucket sie anfangs mit der Hand ein wenig an; so lässet sich die Luft aus der Glocke auspumpen.

Veränderungen der Blase unter dem

Indem ich dieses that, so spürete man gleich bey dem ersten Zuge, daß die Blase ein wenig aufgeblasen ward. Bey dem

dem andern Zuge ward sie noch mehr aufgeblasen: bey dem dritten noch mehr, und so immer fort, bis endlich zuletzt die Blase gantz aufgeblasen war, als sich keine Luft mehr auspumpen liesse. Unerachtet zuletzt die Blase sich immer mercklicher aufblies, so pumpete sich weniger Luft heraus. Nemlich anfangs gieng viel Luft auf einen Zug heraus, darnach immer weniger, bis zuletzt gar nichts mehr heraus gieng. Weil in der Blase nichts ist als die Luft, welche man darinnen gelassen, da sie zugebunden ward; so kan auch die Blase nichts anders aufblasen als eben diese Luft. Soll nun die eingeschlossene Luft die Blase aufblasen, so muß sie sich durch einen weitern Raum ausbreiten. Es geschiehet aber solches, indem die äussere Luft weggepumpet und dadurch blos Raum gemacht wird, und demnach muß in der Luft eine stete Bemühung seyn, sich durch einen grössern Raum auszubreiten. Da nun dergleichen Bemühung eine ausdehnende Kraft genennet wird; so ist dadurch klar, daß die Luft eine ausdehnende Kraft hat, und vermöge derselben sich weiter ausbreitet, wenn sie nur einen Raum findet, da ihr nichts widerstehet. Man erkennet leicht, daß die Luft in der Glocke eben dergleichen Kraft haben muß, als die in der Blase, und kan dadurch begreifen, wie es möglich ist, sie

§. 80. Blase beym Auspumpen.

Was die Blase aufbläset.

Ausdehnende Kraft der Luft.

§. 80. Wie es möglich ist die Luft auszupumpen.

auszupumpen. Nemlich wenn der Stempel DE heraus gezogen wird; so ist der Raum in dem Rohre AB, so weit er heraus gezogen worden, von Luft leer. Derowegen wenn man den Hahn HI dergestalt wendet, daß die Luft aus der Glocke auf dem Teller PQ durch die Röhre LF in das Rohr AB kommen kan so muß sie sich ausbreiten, und den leeren Raum in dem Rohre zugleich mit erfüllen. Die Luft also, welche anfangs nur den Raum in der Glocke einnahm, nimmt jetzund den Raum der Glocke und des Rohres, so weit als der Stempel heraus gezogen worden, zugleich ein. Und also gehet ihr so viel ab, als in das Rohr getreten; die aber in der Glocke zurücke bleibet, wird nur dünner. Wenn man nun die Luft aus dem Rohre AB heraus gestossen (§. 76.), und den Stempel von neuem heraus ziehet, auch den Hahn gehöriger Weise eröfnet (§. cit.); so breitet sich die Luft im Glase abermal aus, und erfüllet zugleich mit den leeren Raum im Rohre AB. Und auf solche Weise wird die Luft in der Glocke abermals dünner. Woraus erhellet, daß die Luft immer dünner wird; so lange sich etwas heraus pumpen lässet. Damit wir dieses uns deutlicher vorstellen mögen, und zugleich den Grund von denen besondern Umständen, die bey der Auspumpung angemercket worden, finden können; so wollen wir setzen, der

Tab. IV. Fig. 26.

Die Auspumpung durch nach und nach sich ereignende

Raum

Raum im Rohre, wo der Stempel herausgezogen, sey so groß wie der in der Glocke. In diesem Fall ist klar, daß das erstemal die Helfte der Luft ausgepumpet wird, und die Luft nur halb so dünne ist, als sie anfangs war. Weil nun bey dem andern Zuge die halbe Luft, so in der Glocke noch übrig ist, sich wiederum durch einen doppelten Raum ausbreitet; so bleibet nur der vierte Theil von derjenigen, die zu Anfange darinnen war, in der Glocke zurücke, und wird die Luft viermahl so dünne, als sie im Anfange war. Es gehet aber durch den andern Zug nur der vierte Theil Luft heraus von derjenigen, die anfangs darinnen war, und demnach nur halb so viel als im ersten Zuge. Eben so erhellet, daß in diesem Fall bey dem dritten Zuge nur der achte Theil heraus gehet, und noch ein Achtel zurücke bleibet, die Luft unter der Glocke aber acht mal so dünne ist. Weil nun denen Zügen in der Ordnung die Glieder dieser Geometrischen Progreßion

§. 80. Verdünnung wird deutlich erwiesen.

$$\frac{1}{2}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{8}\ \frac{1}{16}\ \frac{1}{32}\ \frac{1}{64}\ \frac{1}{128}\ \frac{1}{256}\ \frac{1}{512}$$

u. s. w. zukommen, so darf man unter diese Reihe Zahlen nur die Zahlen in ihrer natürlichen Ordnung 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9 u. s. w. schreiben, und alsdenn erhellet, daß im vierten Zuge der sechzehente Theil, im fünften der zwey und dreyßigste, im sech-

§. 80. sten der vier und sechzigste, im siebenten der hundert und acht und zwantzigste Theil von derjenigen zurücke bleibet, die im Anfange darinnen war, und solchergestalt nach sieben Zügen die Luft hundert und acht und zwantzig mal so dünne ist, als sie im Anfang war. Wenn der Raum in dem Rohre, so weit der Stempel heraus gewunden wird, zweymal so groß ist als das Gefässe, so ausgeleeret wird, so gehen jederzeit zwey Drittel von der Luft, die im Gefässe ist, aus dem Gefässe heraus, und eines davon bleibet nur zurücke, folgends wird die Luft bey jedem Zuge dreymal so dünne als sie vorher war. Und demnach stellet den Rest der Luft nach jedem Zuge folgende Reihe der Zahlen vor $\frac{1}{3}\ \frac{1}{9}\ \frac{1}{27}\ \frac{1}{81}\ \frac{1}{243}$ u. s. w. Woraus erhellet, daß nach zwey Zügen nur der neunte, nach fünf Zügen nur der 243ste Theil von der ersten Luft unter der Glocke auf dem Teller zurücke geblieben. Wenn der Raum in dem Rohre der Luft-Pumpe nur so groß wie der unter der Glocke war; so wurde nach acht Zügen erst die Luft unter der Glocke der 256tigste Theil von der ersten. Und also kan man mit der Luft-Pumpe, die noch einmal so groß ist, als die andere, in gegenwärtigem Fall fast drey Züge ersparen. Und siehet man hier-

hieraus, daß mit einer grossen Pumpe auf weniger Züge die Luft in dem Gefässe, welches man ausleeren will, so dünne gemacht wird, als mit einer kleinern in vielen Zügen erst geschiehet. §. 80.

Warum eine grosse Luft-Pumpe nicht schlechterdings einer etwas kleinern vorzuziehen.

Unterdessen da in gegenwärtigem Fall mit einer Luft-Pumpe, deren Rohr zweymal so groß als der andern, doch gleichwol nicht mehr ausgerichtet wird, als daß kaum drey Züge in sieben erspa-ret werden, und gleichwol gewiß, daß, wenn das Rohr zweymal so groß, es entweder länger oder weiter sey muß, und also im ersten Fall zweymal so lange bey jedem Zuge zu winden, im andern Fall aber eine grössere Kraft zu winden anzuwenden ist: so kan man hieraus schon einiger massen begreifen, daß man durch die Grösse der Luft-Pumpe öfters wenig, oder gar nichts gewinnet, und dannenhero eine grössere nicht schlechterdings einer kleinern vorzuziehen.

Warum nach und nach immer weniger Luft ausgepumpet wird.

Man siehet aber auch hieraus gantz klar und deutlich, daß im Auspumpen anfangs viel Luft auf einen Zug heraus gehet, nach diesem aber immer weniger. Denn z. E. im ersten Fall gieng auf den ersten Zug die halbe Luft heraus, auf den andern nur $\frac{1}{4}$ von der ersten, auf den siebenten gar nur $\frac{1}{256}$: im andern Fall hingegen werden auf den ersten Zug $\frac{2}{3}$, auf den andern nur $\frac{2}{9}$ und auf den fünften nur $\frac{2}{243}$ von der ersten

§. 80. Luft heraus gezogen. Unterdessen siehet man ferner hieraus, daß im ersten Fall die Luft sich bey dem nachfolgenden Zuge durch noch einmal einen so grossen Raum ausbreitet, als bey dem vorhergehenden; in dem andern hingegen bey dem nachfolgenden Zuge einen dreymal so grossen Raum einnimmt, als bey dem vorhergehenden. Und demnach ist klar, daß im Anfang die Blase wenig aufgeblasen wird, hernach aber immer mehr, ob gleich immer weniger Luft heraus gepumpet wird. Aus diesem allen erhellet zur Gnüge, daß es mit der Auspumpung der Luft gantz anders beschaffen sey, als mit der Auspumpung des Wassers oder einer andern flüßigen Materie, die blos schwer ist, weil nemlich die Luft eine ausdehnende Kraft hat. Wenn eine flüßige Materie blos schwer ist, aber keine ausdehnende Kraft hat; so gehet einmal so viel heraus als das andere, und wird jedesmal oben so viel Raum in dem Gefässe, welches man auspumpet, leer als auf einmal heraus gepumpet wird. Und alsdenn hat eine grosse Pumpe einen grossen Vorzug für der kleinern: aber dieses findet nicht bey der Luft statt, wie wir gesehen haben. Unterdessen werden wir doch unten finden, daß einige Versuche eine behende Verdünnung der Luft erfordern, und dieselben gehen in gar zu kleinen nicht von statten.

Warum wenige Luft die Blase immer mehr aufbläset.

Unterscheid der Auspumpung der Luft und des Wassers.

§. 81.

§. 81. Wenn wir die Umstände des vorigen Versuches mit Bedacht erwegen, so werden wir auch wahrnehmen, wie die ausdehnende Kraft der Luft ab- und zunimmt, nachdem sie dünner oder dichter gemacht wird. Da die Luft in der Blase eine stete Bemühung hat, sich durch einen grössern Raum auszubreiten, und solches doch nicht eher geschiehet, bis die äussere Luft weggepumpet wird (§. 80.); so muß die äussere Luft ihr widerstehen, daß sie sich nicht weiter ausbreiten kan, und also durch ihre Kraft so viel zurück drucken, als die Luft von ihnen auf die Blase, und dadurch auf die äussere Luft drucket. Man siehet auch freylich anfangs keinen Grund, warum die eingeschlossene Luft nicht eben so viel drucken solte als die äussere, sondern entweder mehr oder weniger, weil sie in allem mit der äussern einerley ist. Wenn etwas Luft ausgepumpet wird, machet sie keinen Raum von Luft gantz leer, sondern wird nur dünner, und ist die Blase wie vorhin gantz mit Luft umgeben, jedoch mit einer dünneren. Da nun alsdenn die Luft in der Blase sich durch einen grössern Raum auszudehnen beginnet; so kan ihr die Luft von aussen, nachdem sie dünner worden, nicht mehr so viel widerstehen, als da sie dichter war, und solchergestalt muß ihre ausdehnende Kraft dadurch abgenommen haben, daß sie dünner

§. 81. Wie die ausdehnende Kraft der Luft abnimmt, je dünner sie wird.

§. 81. worden ist. Weil demnach die äussere Luft der in der Blase immer weniger widerstehet, je dünner sie wird, so muß auch ihre ausdehnende Kraft durch die Verdünnung beständig abnehmen. Wenn man von aussen in die Glocke ein wenig Luft hineinläsſet, jedoch weniger als man heraus gepumpet; so muß diese Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft sich durch die gantze Glocke ausbreiten, und dadurch diejenige, so noch nicht heraus gepumpet war, dichter werden. Man siehet aber, daß alsdenn die Blase wieder zusammen fällt, und daher die Luft darinnen in einen engern Raum gebracht wird. Derowegen ist klar, daß die Luft, indem sie etwas dichter worden, als sie vorher war, wieder stärcker drucket, und folgends ihre ausdehnende Kraft dadurch vermehret worden, daß sie dichter worden ist. Wir können demnach hier diesen Satz mercken. Die ausdehnende Kraft der Luft wird 1. geringer, wenn sie dünner wird; 2. stärcker, wenn sie dichter wird, und 3. Luft, die dichter ist, drücket stärcker als andere, die dünner ist.

Wie sie dadurch zunimmt, daß die Luft dichter wird.

Sätze von der Luft.

Ob die Schwere bey dem Auspumpen der Luft was beytrage.

§. 82. Daß die Schwere der Luft sehr geringe ist, haben wir zwar schon oben gesehen (§. 47.): jedoch da wir hier noch nicht die Verhältniß der Schwere zu der ausdehnenden Kraft bestimmen können, so läſſet sich auch nicht zeigen, ob man bey

Aus-

Auspumpung der Luft gar nicht auf die Schwere, sondern einig und allein auf die ausdehnende Kraft zu sehen habe. Ehe sich nun dieses beweisen lässet, so habe ich es blos durch einen Versuch ausmachen wollen, den schon längst bey einer gegebenen Gelegenheit anderswo (a) beschrieben. §. 83. Tab. VII. Fig. 48.

Besonderer Versuch dazu.

Ich habe eine Röhre AB aus Meßing verfertigen lassen, unten mit einer Schraube C, so hoch als die Glocke, welche ich ausleeren wolte. Es war aber die Glocke inwendig im Lichten bis an den Knopf 74 L. hoch, und im Diameter 45 L. weit. Diese Röhre habe ich auf die Luft-Pumpe geschraubet, und nachdem ich den Stempel heraus gezogen, auch die Luft aus der Glocke durch den eröfneten Hahn in das Rohr der Luft-Pumpe gelassen, den Stempel nicht allein wieder zurücke laufen lassen, so viel er gewolt, sondern auch ein wenig nachgestossen, bis die innere Luft in dem Rohre mit der äusseren einerley Dichtigkeit gehabt: welches daraus wahrzunehmen gewesen, wenn bey einiger Eröfnung des Stöpsels auf dem Hahne weder von aussen einige Luft in die Pumpe hinein, noch aus ihr heraus gedrungen, und dadurch einiges Geräusche verursachet. So bald die Luft in dem Stande gewesen, habe ich gemercket, wie viel Zähne von der Stan-

(a) in Actis Erud. 1714. p. 14.

§. 82. Stange, daran der Stempel befestiget, ausser der Luft-Pumpe frey geblieben. Dieses habe ich bey allen Zügen gethan, und achte nicht nöthig erst dieses hieher zu setzen, weil die Sache, so durch den Versuch behauptet wird, unten ohne dem durch einen deutlichen Beweis soll bestätiget werden. Nach diesem habe ich die Röhre ABC wieder abgeschraubet, und die gläserne Glocke blos darüber gesetzet, daß die Luft gleich durch das Loch in der Mitte des Tellers in die untere Röhre der Luft-Pumpe kommen können. Hier habe ich abermals bey jedem Zuge wie vorhin auf das sorgfältigste angemercket, wie viel Zähne von der Stange heraus bleiben, nachdem die in dem Rohre enthaltene Luft so dichte wie die von aussen gemacht worden. Als ich nun gegen einander gehalten, was in beyden Fällen angemercket worden; so habe es völlig einerley befunden. Nun ist klar, daß im ersten Fall, wo die Röhre gebraucht wird, die Luft sich blos durch die ausdehnende Kraft auspumpen lässet; hingegen im andern Falle, wo die Röhre weg ist, auch die Schwere die Luft in das Rohr treiben kan. Unterdessen da sich in beyden Fällen kein Unterscheid befindet, so ist klar, daß man auf die Schwere der Luft bey ihrer Auspumpung gar nicht zu sehen hat, sondern vielmehr, da sie keine merckliche Veränderung macht, es

eben

eben so viel ist, als wenn sie gar nicht da wäre. Man kan auch einiger massen aus der ausdehnenden Kraft der Luft begreifsen, daß die Schwere bey ihrer Auspumpung gar nichts thun kan. Denn wenn die Luft in das Rohr der Pumpe nicht allein durch die ausdehnende Kraft, sondern auch durch die Schwere getrieben würde, und es wäre z. E. im Rohre, so weit der Stempel heraus gewunden worden, so viel Raum, wie unter der Glocke auf dem Teller; so würde mehr Luft in dem Rohre der Pumpe seyn, als unter der Glocke. Da nun im Rohre mehr Luft einen so grossen Raum erfüllete, als unter der Glocke auf dem Teller; so müste auch die Luft im Rohre dichter als die unter der Glocke seyn. Derowegen weil sie auch mehr Kraft haben müste zu drucken, als die unter der Glocke (§. 81.); so würde sie sich vermöge ihrer ausdehnenden Kraft dahin auszubreiten suchen, wo sie weniger Widerstand findet, als sie drucket (§. 80.). Wenn gleich demnach etwas Luft durch die Schwere aus dem Glase herunter fiele; würde es doch bald durch die ausdehnende Kraft wieder zurücke getrieben werden. Daß dergleichen nicht geschiehet, kan das vorhergehende Experiment mit der Blase ausweisen (§. 80.). Denn so bald die Luft aus der Glocke heraus fähret, dehnet sich auch die innere

§. 82. Beweis aus der Natur der ausdehnenden Kraft.

Wird durch die Erfahrung bestätiget.

§. 82. nere in der Blase aus. Wenn demnach durch die Schwere ein mercklicher Theil herunter fiel, würde auch, indem sie hinaus fället, die in der Blase sich weiter ausdehnen als geschehen könte, woferne sie sich durch die ausdehnende Kraft allein unter der Glocke verdünnete. Nun ist aber bekannt, wenn man unter die Glocke, nachdem die Luft daselbst verdünnet worden, auch nur ein wenig Luft von aussen durch den Hahn wieder hinein lässet, indem man den Stöpsel nur gantz wenig heraus ziehet, die Blase so gleich wieder ein wenig einfället. Derowegen wenn die Luft im Rohre durch ihre ausdehnende Kraft unter die Glocke wieder zurück triebe, was zu viel durch die Schwere heraus gegangen wäre; so müste gleichfalls die Blase wieder ein wenig einfallen. Allein ob man gleich den Hahn nicht bald verschliesset, sondern eine lange Zeit die Communication der Glocke mit dem Rohr der Pumpe frey lässet, so wird man doch nicht finden, daß die Blase wieder in etwas einfället, wofern nur nicht irgendswo Luft von aussen hinein dringen kan. Derowegen hat man keine Ursache zu sagen, daß auch ein mercklicher Theil Luft durch die Schwere aus dem Gefässe in die Pumpe fiel, nach Art des Wassers oder einer andern flüßigen Materie, die blos eine Schwere, aber keine ausdehnende Kraft hat.

Erinnerung.

hat. Ob es demnach gleich etwas schwer §. 82.
hält gegenwärtigen Versuch anzustellen, indem es eine Geschicklichkeit erfordert, die man durch viel Uebungen erst erhalten kan, wenn man die ausgepumpte Luft durch den zurück gestossenen Stempel so starck zusammen drucken soll, als die äussere zusammen gedruckt ist; so darf man doch an der Richtigkeit, wie er von mir angestellet worden, nicht im geringsten zweifeln. Wenn viel daran gelegen wäre, daß man es auf eine leichtere Art zeigte, wo man weniger zu besorgen hätte, daß nicht etwan ein Versehen vorgieng; so könte ich wohl noch andere Versuche angeben, dargegen man nichts einzuwenden hätte. Und will ich auch nach diesem an seinem Orte dergleichen zum Ueberfluß beybringen.

§. 83. Damit man aber besser erkennen möchte, wie viel die Luft, wofern sie nur Raum hat, sich ausbreitet; so habe aus einer Schweins-Blase alle Luft heraus gedruckt, auch mit den Fingern heraus gestrichen, so viel nur hat heraus gehen wollen, dergestalt, daß nichts zurück geblieben, als was sich hin und wieder zwischen denen starck zusammen gedruckten Falten aufhalten können. Diese Blase habe ich abermals fest zugebunden, und sie unter der Glocken an dem daselbst befestigten Hacken aufgehangen. Als ich die Luft ausgepum-

Wie sehr die Luft sich ausbreitet.

Blase wird durch wenige Luft aufgeblasen.

per,

§. 83. pet, hat man anfangs kaum gemercket, daß sich etwas darinnen gereget. Nach diesem hat sie sich immer weiter aufgeblasen, jedoch habe ich sie nicht völlig aufgeblasen bekommen können, wie vorher geschahe, da etwas Luft darinnen geblieben war. Da man nun leicht erachten kan, wie sehr wenig Luft sich zwischen denen durch das Abstreifen zusammen gedruckten Falten aufhalten kan; so siehet man auch aus gegenwärtigem Versuche, daß sich die Luft durch einen sehr grossen Raum ausbreiten kan, wenn sie nur darinnen keinen Widerstand findet. Man hat auch hier zu bedencken, daß einige Kraft erfordert wird die Blase auszudehnen und aufgeblasen zu erhalten: woraus erhellet, daß wenn die Blase der Ausbreitung der Luft gar nicht entgegen wäre, sie sich noch vielmehr ausbreiten würde, als man in der Blase siehet. Sonst ist bey diesem Versuche sehr merckwürdig, daß die Blase sich noch immer weiter, und zwar zusehend, ausgebreitet hat, ob man gleich gar nicht mehr verspüret, daß etwas Luft weiter herausgienge. Woraus denn klar ist, daß sich noch eine gute Weile Luft auspumpen lässet, ob gleich keine mehr durch den Stempel, der bis auf den Boden anstösset, in dem Rohre nach geschehener Auspumpung entdecket werden kan.

Daß sich die Luft sehr ausbreiten kan.

Erinnerung.

Es wird noch ferner

§. 84. Weil man aber doch nicht eigentlich

lich weiß, was für Luft zwischen den Falten einer Blase, daraus mit Macht die Luft heraus gedruckt, auch so gar mit den Fingern heraus gestreifet worden, sich verhalten kan; so habe ich solches noch durch einen andern Versuch klärer zeigen wollen. Nachdem ich aus einer grossen Rinds-Blase alle Luft auf das sorgfältigste heraus gedruckt und gestreifet, habe ich ein kleines Gläslein mit einem engen Halse fest daran gebunden. Ich habe ein Gläslein genommen, darinnen man Tropfen in der Artzney zu verwahren pfleget. Als ich die Luft unter der Glocke weggepumpet; so hat die wenige Luft im Gläslein sich so starck ausgebreitet, daß davon die grosse Blase gantz und gar aufgeblasen worden. So bald ich wieder Luft von aussen unter die Glocke gelassen, ist die Blase wieder zusammen gefallen, und hat sich die Luft in das Gläslein zusammen gezogen. Wenn man sonderlich im Anfange darauf Acht gegeben; so hat man aus der Bewegung der Blase gar deutlich sehen können, daß die Luft, dadurch die Blase aufgeblasen wird, aus dem Gläslein heraus kommt.

§. 84. gezeiget, wie wenig Luft die Blase aufbläset.

§. 85. Man findet zwar keine Ursache, warum man einigen Argwohn schöpfen solte, ob vielleicht auch wohl aus einer andern Ursache geschähe, was wir der ausdehnenden Kraft der Luft zuschreiben: unterdessen ist gleichwol gewiß, daß, wo Leu-

Daß die Luft die wahre Ursache von der Aufschwellung der Blase sey.

§. 85. te mit Vorurtheilen eingenommen sind, sie ihren eigenen Augen nicht trauen, absonderlich wenn ihr Vorurtheil durch das Ansehen eines Mannes unterstützet wird. Derowegen weil sich einige eingebildet, es werde vielleicht die Blase durch eine Kraft ausser der Blase in dem ausgeleerten Raume an sich gezogen; so habe vor nöthig erachtet, um allen alles zu werden, auch diesen Zweifel durch die Umstände des gegenwärtigen Versuches selbst zu benehmen, damit bey denen Gründen kein Zweifel übrig bliebe, die wir ins künftige in Erklärung der Natur und der Kunst gebrauchen wollen. Wenn man Acht giebet, wie sich die Blase aus einander giebet, wenn die Luft ausgepumpet wird, darinnen sie hänget; so siehet man augenscheinlich, daß es eben auf solche Art geschiehet, als wenn man von aussen Luft hinein bläset. Und wird dadurch ein jeder, der beyde Fälle gegen einander hält, inne werden, es zeige sich hier nichts, was einen zweifelhaft machen könte, ob die Blase von einer inwendig zunehmenden flüßigen Materie aus einander getrieben werde. Vielmehr wird es ihm lauter Schwierigkeiten machen, wenn er sich nur einbilden soll, wie die Blase so aus einander gehen soll, als bey Auspumpung der Luft unter der Glocke geschiehet, indem sie etwas rings herum von aussen nach einander entgegen gesetzten Rich-

Richtungen ziehet. Allein es ist nicht nöthig sich in diese undeutliche Weitläuftigkeiten einzulassen. §. 85.

Es wird aus besondern Umständen erwiesen.

Es ist ein anderer Umstand vorhanden, der die Sache deutlich zeiget. Wenn Luft in der Blase enthalten ist, so bläset sie sich geschwinder auf, als wenn fast keine darinnen zu finden, sondern nur was weniges sich innerhalb ihren Falten verhält. Ja im ersten Fall kan die Blase gantz starck aufgeblasen erscheinen, ob gleich noch viel Luft unter der Glocke befindlich ist: hingegen im andern Fall mag man die Luft so reine auspumpen, als sich nur immer thun lässet, so wird doch die Blase nicht völlig aufgeblasen, sondern es bleiben noch hin und wieder einige Gruben eingedruckt, und oben, wo sie gebunden ist, einige Falten übrig, als wie zu geschehen pfleget, wenn man zu wenig Luft hinein bläset. Wofern nun nicht die Luft in der Blase sie aus einander triebe, sondern sie vielmehr durch eine verborgene Kraft, die sich in dem von der Luft ausgeleerten Raum befindet, aus einander gezogen würde; so würde die Blase einmal wie das andere aufschwellen, es möchte Luft darinnen seyn, oder nicht, jedoch immer mehr, je mehr ausgepumpet wird. Dieses könte genung seyn den Ungrund des Zweifels zu heben. Allein ich habe zum Ueberfluß noch durch einen besondern Versuch zeigen wollen, daß

Und durch einen besondern

§. 85. Versuch bestätiget.

die Blase allerdings von der eingeschlossenen Luft aus einander getrieben, keinesweges aber durch eine andere auswärtige Kraft aus einander gezogen werde. Ich habe eine Schweins-Blase genommen, etwas Luft hinein geblasen, und sie oben feste zugebunden, auch damit den vorigen Versuch wiederholet (§. 83.), auf daß man versichert seyn möchte, es verhalte sich jetzt mit der Blase alles wie vorhin. Nachdem dieses geschehen, habe ich mit einer grossen Nadel ein Löchlein unweit dem Orte, wo sie gebunden war, in die Blase gestochen, und sie wiederum unter die Glocke aufgehänget. So bald der Stempel aus der Luft-Pumpe heraus gezogen war, öfnete ich den Hahn, damit die Luft aus der Glocke in das Rohr treten konte. Und siehe anfangs fieng die Blase, wie vorhin, da kein Löchlein daran war, aufzuschwellen: bald aber fiel sie wieder ein. Als man zu pumpen fortfuhr, begonnte zwar auf jeden Zug die Blase anzufangen aufzuschwellen, aber sie fiel allzeit wieder zusammen, und war es nicht möglich es dahin zu bringen, daß sie wie vorhin, da kein Löchlein daran war, aufgeblasen ward. Unerachtet aber dieselbe ein wenig mehr aufgeschwollen war, als vorher, da sie unter die Glocke gehänget ward, und man noch keine Luft weggepumpet hatte; so fiel sie doch mehr zusammen, da wiederum Luft unter

die

die Glocke gelassen ward, als sie vorher eingefallen war, wie man sie darunter brachte. Weil nun die Blase nach vollendetem Versuche mehr eingefallen ist, als vorher, ehe man sie unter die Glocke bringet, und die Luft um sie herum weggpumpet; so siehet man zur Genüge, daß nun weniger Luft als im Anfang darinnen seyn muß, und solchergestalt währenden Versuches durch das Löchlein Luft aus der Blase heraus gegangen sey. §. 85.

Grund dessen, was sich bey dem Versuch ereignet.

Durch das enge Löchlein kan die Luft nicht so geschwinde aus der Blase heraus treten, als die aus der Glocke in das Rohr der Luft-Pumpe fähret, und deswegen wird die Blase anfangs aufgeblasen, wenn die Luft um sie herum dünner wird. Indem aber die Blase der ausdehnenden Kraft der Luft innerhalb derselben widerstehet, massen ein jeder Cörper der Bewegung widerstehet (§. 36.); so kan auch die Luft in der Blase nicht so dünne werden, als wie ausser ihr unter der Glocke. Derowegen da die dichtere Luft stärcker drucket als die dünnere (§. 81.); so muß die äussere der inneren bey dem Löchlein weichen, und fähret solchergestalt ein Theil der Luft aus der Blase heraus. Weil nun hierdurch die Luft unter der Glocke etwas dichter wird, und hingegen die in der Blase etwas dünner; so drucket die unter der Glocke stärcker auf die Blase, als die in der Blase entgegen drucken

§. 85. cken kan, und also fället die Blase etwas zusammen, bis die in der Blase und aussen um dieselbe unter der Glocke gegen einander gleich starck drucken. Derowegen da gegenwärtiger Versuch zeiget, daß die Blase in der verdünneten Luft nicht so aufschwellen kan, wenn die Luft aus ihr heraus fähret, als wenn sie darinnen eingeschlossen verbleibet; so wird ein jeder erkennen, daß die eingeschlossene Luft, indem sie sich ausbreitet, die Blase aus einander treibet, keinesweges aber dieselbe von einer Kraft in dem von der Luft entleereten Raume unter der Glocke aus einander gezogen werde.

Versuch, so das noch deutlicher zeiget, was zu erweisen.

Damit man noch deutlicher sehen möchte, daß in dem Fall, da die Blase ein kleines Löchlein hat, die Luft heraus gehet, und sie daher nicht so starck aufschwellen kan, als wenn sie gantz ist; so habe ich ein viereckichtes Glas, ohngefähr einen Zoll hoch und einen halben breit · denn an der Grösse ist hier eben nichts gelegen · mit einem engen Hälselein genommen und eine nasse Lamms-Blase, daraus ich alle Luft, so viel möglich war, mit den Fingern heraus gestrichen, feste daran gebunden, und nahe an dem Blase ein Löchlein mit einer starcken Nadel gestochen, daß es in die Falten kommen ist, welche die Blase durch das Binden bekommen. Nachdem ich die Luft ausgepumpet, ist alles, wie vorhin erfolget: nemlich

die

§. 85.

die Blase hat sich angefangen starck aufzublasen, ist aber darauf wieder etwas eingefallen. Als die Glocke von der Luft gantz ausgeleeret worden, so daß sich weiter nichts heraus pumpen lassen; so hat die Blase gantz aufgeblasen oben auf dem Glase gestanden. So bald ich aber von aussen durch den gantz eröfneten Hahn, daraus der Stöpsel behende gezogen ward, Luft wieder unter die Glocke gelassen; so gieng die Blase in das Glas hinein, und war innerhalb dem Glase aufgeblasen. Nemlich weil die Blase aufgeblasen auf dem Glase stund, auch da die Luft aus der Glocke ausgeleeret war; so muß noch etwas Luft in derselben, und folgends auch in dem Glase geblieben seyn, jedoch über die massen dünne, weil sie sonst vermöge ihrer ausdehnenden Kraft sich durch den leeren Raum in der Glocke würde ausgebreitet haben, wenn sie starck genung gewesen wäre, das mit der Nadel gestochene Löchlein aufzustossen und heraus zu fahren. Da nun die äussere Luft, so durch den Hahn unter die Glocke gelassen worden, viel dichter gewesen, und daher auch stärcker gedrucket, als die in der Blase und dem Glase widerstehen können; so hat die Luft in der Blase nachgeben und in das Glas zurücke treten müssen. Weil nun die Luft dadurch noch nicht so dichte worden, als die in der Glocke war, indem viel Luft bey

Erklärung des Versuches aus seinen Gründen.

§. 85. dem Auspumpen aus dem Glase heraus gegangen; hingegen aber durch das kleine Löchlein nicht so geschwinde Luft in das Glas hinein dringen können, als sie von aussen in die Glocke, und daselbst auf die Blase gefallen; so hat die Luft die Blase in das Glas hinein gedruckt, und so sehr aus einander getrieben, als es die wenige Luft im Glase gelitten. Hier siehet man augenscheinlich, wie viel Luft durch das enge Löchlein aus dem Glase heraus gegangen, da die Luft um dasselbe herum weggepumpet worden. Ja weil doch etwas Luft im Glase übrig bleibet, so siehet man zugleich, daß es die Luft und nichts anders sey, welche die Blase aus einander treibet, indem die äussere weggepumpet wird. Wer noch ferner einen Zweifel machen wolte, der wäre nicht werth, daß man ihm darauf antwortete, denn entweder er wäre gar nicht in dem Stande die Sache zu erkennen, und also würde man mit ihm alle Mühe vergebens anwenden, oder er wolte es nicht verstehen, entweder aus Nachläßigkeit, indem er nicht genung Acht darauf hätte, oder aus Hartnäckigkeit, weil er einem andern nicht Recht geben wolte, und also würde man abermahls mit ihm nichts ausrichten. Man kan sich zwar bemühen alle Wahrheiten, die man behauptet, in ein solches Licht zu setzen, dabey sie jedermann erkennen kan; allein

Wie der Versuch das verlangte bestätiget,

und zwar unwidersprechlich.

Ob Wahrheit aufzudringen.

allein man hat nicht nöthig sie jemanden §. 85.
aufzudringen. Wer sie nicht annehmen
will, der mag es zu seinem Schaden blei-
ben lassen.

§. 86. Nachdem ich nun zur Gnüge Beschaffen-
bestätiget, daß die Luft eine ausdehnende heit der
Kraft habe, und eben deswegen sich gleich Schwere
durch einen grossen Raum ausbreitet, als sie der Luft.
einnimmt, wenn ihr nur kein Wider-
stand geschiehet; so will ferner nöthig seyn,
daß ich auf gleiche Weise die Schwere der
Luft, die wir oben (§. 30.) zufälliger Wei-
se entdecket, umständlicher zeige. Ich ha- Tab. VII.
be zu dem Ende eine Kugel von Kupfer ver- Fig. 49.
fertigen lassen, deren Diameter im Lichten
AB 132 Linien hält, oben in A mit einer Versuch,
Mutter aus Meßing, damit sich der Hahn dadurch sie
AC darauf schrauben, und sodann ferner bestätiget
die gantze Kugel vermittelst der obern Mut- wird.
ter auf die hintere Röhre der Luft-Pumpe,
an statt des ordentlichen Tellers anschrau-
ben lässet. Diese Kugel habe ich mit grosser
Mühe ausgepumpet, bis nichts mehr von
Luft heraus gieng, ob ich gleich fortfuhr
noch weiter zu pumpen. So bald dieses
geschehen, habe ich die Kugel an eine Wa-
ge gehangen, und mit der Wageschaale und
Gewichten von der andern Seite in einen
wagerechten Stand auf das genaueste ge-
setzet. Als ich hierauf den Hahn eröfnet,
ist die äussere Luft mit einem grossen Ge-

§. 86. Wie der Versuch dieselbe bestätiget.

räusche hinein gedrungen, und hat die Kugel einen Ausschlag gegeben. Da nun keine Luft mehr hinein gedrungen, und also die Kugel wieder wie vorhin, ehe sie ausgeleeret worden, erfüllet war, auch in ihrem Ausschlage stille stund; so habe ich durch Zulage des Gewichtes von der andern Seite sie wieder in einen wagerechten Stand auf das genaueste gesetzet. Es war aber die Wage so schnell, daß sie noch zuletzt 2 Gr. gezogen. Das Gewichte, welches ich nöthig hatte die Wage wieder in vorigen Stand zu setzen, nachdem die Luft die vorhin leere Kugel erfüllet hatte, war 1 Unze 3 Dr. 44 Gr. oder 704 Gr. Da die Wage das Mittel ist, wodurch man die Schwere der Cörper erkennen lernet (§. 1.); so wird wohl niemand zweifeln, daß dasjenige schwer sey, was die Wage von der einen Seite niederziehet, und dadurch einen Ausschlag verursachet, auch an der Wage mit einem Gewichte inne stehet. Gewiß! wer dieses in Zweifel ziehen wolte, der kan durch das Abwägen von der Schwere keiner Sache versichert seyn. Nun haben wir in dem gegenwärtigen Versuche gesehen, daß die Kugel die Wage von der einen Seite niedergezogen, und dadurch einen Ausschlag verursachet, so bald sie mit Luft erfüllet worden, und solchergestalt die Luft, welche sie erfüllet, es gewesen, dadurch die Wage von der

einen

einen Seite niedergezogen, und auſſer den wagerechten Stand geſetzet worden, auch eben dieſe Luft in der Kugel mit 704. Gr. inne geſtanden. Derowegen wird wohl niemand ſo verwegen ſeyn und nicht zugeben wollen, daß die Luft ſchwer ſey, und ſo viel, als die Kugel erfüllet, 704 Gr. wiege. Allein damit wir erkennen lernen, wie ſchwer denn eigentlich die Luft ſey; ſo müſſen wir den Raum ausrechnen, den die Kugel in ſich faſſet. Ich habe ihren Diameter mit aller möglichen Sorgfalt folgender geſtalt abgemeſſen. Nachdem ich die Kugel auf einen Tiſch geleget, dergeſtalt, daß die meßingene Platte in A mit der Mutter eben zu ſtehen kam; habe ich darauf ein Lineal geleget, und von dem Lineale bis auf den Tiſch einen dünnen Bindfaden dergeſtalt herunter gezogen, daß er die Kugel in der Mitten in D berühret. Als ich von der Länge dieſes Bindfadens die Höhe der meßingenen Mutter A und die Dicke des Kupfers abgezogen; ſo ſind für den Diameter im Lichten 132 Linien übrig blieben. Daraus nun wird die gröſte Peripherie $414\frac{1}{2}$ L. (§. 166. Geom.), folgends der leere Raum in der hohlen Kugel 1203708 Cubic-Linien (§. 237. Geom.) gefunden. Und demnach wägen 1203708 Cubic-Linien 704 Gr. 1000000 Cubic-Linien, oder ein Cubic-Schuh bey nahe 585 Gr. (§. 113. Arithm.), das iſt, 1 Unze 1 Dr.

§. 86

Wie man findet, wie ſchwer die Luft iſt.

Tab. VII. Fig. 49.

Schwere eines Cubic-Schuhes Luft.

§. 86. 1 Dr. 45 Gr. oder fast 2 Loth und 2 Quintlein (§. 2.). Und eben hieraus erhellet ferner, daß ein Cubic-Zoll Luft nicht viel über einen halben Gran wieget. Ein Cubic-Zoll oder 1000 Cubic-Linien Wasser wägen 495 Gr. (§. 7.), und demnach 1203708 Cubic-Linien, das ist, so viel Wasser als in der Kugel-Raum hat, 595835 Gr. (§. 113. Arithm.). Derowegen da eben so viel Luft 704 Gr wieget; so verhält sich die Schwere des Wassers zu der Schwere der Luft wie 595835 zu 704, das ist bey nahe wie 846 zu 1 (§. 75. Arithm.), und demnach ist das Wasser 846 oder bey nahe neunte halb hundert mahl so schwer als die Luft. Es erhellet demnach deutlich, was wir oben nur undeutlich erblicket (§. 47.), daß nemlich die Schwere der Luft sehr geringe sey. Boyle (a) setzet die Verhältniß der Schwere des Wassers zur Luft wie 1 zu 938: allein er hat die Luft durch die Wärme aus der kupfernen Kugel getrieben, und hat dieselbe nicht mehr als 11 Gr. gewogen, und daher leicht geschehen können, daß er die Luft etwas zu leichte gemacht. Wir haben es mit 64 mahl so viel Luft versucht als Boyle, und daher ist in unserm Versuche merklich gewesen, was er in seinem nicht mehr unter-

Verhältniß der Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers.

Wie andere diese Verhältniß heraus gebracht.

(a) in Experiment. de vi aëris elastica p. m. 112.

terscheiden können; wie er denn auch würck- §. 86.
lich hinzu setzet, es habe etwas mehr als 11 Gr. gewogen. De Volder (b) hat durch Abwägung einer Kugel, welche er ausgepumpet, diese Verhältniß gesucht, und sie wie 970 zu 1 gefunden. Er hat aber eine Kugel gebraucht, darinnen nur 1 Dr. 17 Gr. oder 77 Gr. Luft gewesen. Homberg (c) hat durch wiederholte Versuche gefunden, daß sich die Schwere des Wassers zu der Schwere der Luft verhalte wie 800 zu 1. Sengwerd (d) bringet nur wie 500 zu 1 heraus: welches über die Massen viel von den vorigen Verhältnissen, unter denen unsere das Mittel hält, unterschieden ist. Allein er hat sie auf eine unrichtige Weise gesucht, wie sich hernach wird zeigen lassen. Ich hätte die Sache zwar auch genauer suchen können, wie ich meine Kugel mit Wasser gefüllet, und es wie vorhin die Luft selbst abgewogen, nicht aber durch Rechnung gefunden hätte. Denn da es leicht in etwas an der Figur der Kugel fehlen kan, wir auch die Schwere des Wassers blos in einem Cubic-Zoll durch die Wage gefunden

Wie diese Verhältniß genauer zu suchen.

(b) in Dissert. de gravitate aëris §. 52. p. 55. 56.

(c) vid. Acta Erudit. A. 1695. p. 282.

(d) in Rationis atque Experientiæ Connubio, p. 82.

§. 86. den (§. 7.), so kan sich in die Rechnung gar leicht einiger Fehler einschleichen. Allein da dasjenige, was wir gefunden, keinen Verdacht eines Fehlers wider sich erreget, wenn wir es mit dem vergleichen, was Boyle und Homberg, welche am meisten Fleiß hierauf gewendet, heraus gebracht; so lassen wir es auch vor dieses mahl hierbey bewenden, zumal da wir bey unserem gegenwärtigen Vorhaben ohnedem die Sache genauer zu suchen nicht nöthig haben.

Wie sich die Schwere der Luft zur Schwere des Queckssilbers verhält.

Weil das Queckssilber 13½ mahl so schwer ist als das Wasser (§. 9.), das Wasser aber 846 mahl so schwer ist als die Luft, so ist das Queckssilber 11280mahl, und demnach über 11000 mahl schwerer als die Luft. Derowegen wenn die Luft durchgehends so dicke ist, wie die an unserem Erdboden, in welcher wir Athem holen, so stehet sie neunte halb hundert mahl so hoch als das Wasser und 11280 mahl so hoch als das Queckssilber, mit dem sie die Wage hält. Wenn also das Wasser eine Linie hoch stünde; so müste die Luft 846 Linien, das ist, 8 Schuh und 5 Zoll hoch stehen. Hingegen wenn das Queckssilber eine Linie hoch stünde; so müste die Luft 11280 Linien, das ist, 112 Schuhe und 8 Zoll hoch stehen (§. 37.). Derowegen wofern man verlangte, daß in den Versuchen von der Druckung der Luft auch die Luft eine merckliche Würckung haben

Wie der Drnck der Luft in oberen Versuchen mercklich zu machen.

ben solte (§. 47.); so müste man Röhren von 8 Schuhen dazu brauchen. Ja auch die von 4 bis 5 Schuhen würden schon etwas zeigen. §. 86.

§. 87. Und hieraus lässet sich ein sonderbarer Versuch von der Schwere der Luft erklären, den Mariotte (e) anführet, und ich auf folgende Weise angestellet. In eine viereckigte kleine Flasche ABCD von starckem geschliffenem Glase, damit sie nicht so leicht zerbrechen kan, weil man nicht überall gleich ein Loch darein gebohret bekommen kan, habe ich in einer beliebigen Weite von dem Boden ein rundes Löchlein I anderthalb Linien weit bohren lassen. Ich habe vorher auch ein dünneres Glaß mit einem Löchlein über zwey Linien weit gehabt. An der Grösse ist nichts gelegen. Man könte dazu eine so grosse Flasche nehmen, als einem beliebte. Nur darf das Löchlein nicht zu weit seyn, damit nicht Luft und Wasser einander ausweichen können, oder man müste bey einer weiten Eröfnung ein Stücklein Papier daran legen, welches den Eingang der Luft verhinderte, wie sichs nach diesem zeigen wird. Mein Fläschlein ist bis an den Hals nicht viel über 3 Zoll hoch, und bey nahe anderthalb Zoll breit. Den Hals

Luft hält mit Wasser die Gesetze des wagerechten Standes.

Tab VIII. Fig. 49.

Besonderer Versuch.

Wie das Instrument beschaffen.

(e) Traité du mouvement des eaux part. 2. p. 93. edit. Par. & p. 363. Oper.

§. 87. Hals AB habe ich in der Höhe eines halben Zolles mit Meßing einfassen lassen, darinnen oben in B eine Eröfnung von $4\frac{1}{2}$ L. ist. Hierein habe ich ein Stück Gorck, damit man die Flaschen mit engen Hälsen zuzustopfen pfleget, gestopft, jedoch damit man es heraus ziehen könte, wenn es nöthig wäre, über eine Linie hervorragen lassen. In dem Gorcke habe ich eine Eröfnung gemacht, in der Weite von ohngefähr zwey Linien, damit ich eine gläserne Röhre FG im Diameter eine Linie weit durchstecken kan. Endlich um alles besser zu verwahren, und dem gantzen Instrumente ein besseres Ansehen zu geben, habe ich oben einen meßingenen Deckel LM oben in L mit einem runden Loche machen lassen, damit man die Röhre durchstecken kan. In diesem Instrumente lässet sich die Röhre herauf ziehen und niederstossen, ohne daß neben ihr einige Luft in das Gefässe kommen kan, und hat man des verdrüßlichen Ein- und Auskittens der Röhre nicht nöthig: welches absonderlich nicht füglich geschehen kan, wo man alles umständlich untersuchen will. Wenn ich das Glas mit Wasser füllen will; so ziehe ich die Röhre FG entweder gantz heraus, oder bis oben in die Eröfnung des Halses, setze darauf das Glas gantz ins Wasser, und dann gehet das Wasser durch das Löchlein I in das Glas hinein, und treibet oben in F die Luft heraus.

Wie das Glas gefüllet wird.

aus. Weil nun dasselbe gantz im Wasser §. 87.
stehet, so wird es auch gantz voll (§. 34.). Diese Bequemlichkeit im Füllen hat man nicht, wenn die Röhre eingekittet ist, sondern man muß es alsdann durch das Löchlein I mit vieler Beschwerde füllen, und kan nicht wohl die Luft alle heraus bekommen; welches hier bey mir gar keine Mühe machet. Nachdem das Glas mit Wasser erfüllet; stosse ich die Röhre FG so tief hinunter, als ich es nach meiner Absicht verlange. Wenn der Gorck etwan eingetrocknet wäre, oder das Loch, dadurch die Röhre gehet, sich zu sehr erweitert hätte, und neben der Röhre Luft durchgienge; so darf man nur das Glas verkehrt eine Weile ins Wasser setzen, damit der Gorck aufquellen kan. Wenn nun die Röhre FG etwas tiefer hinein gestossen wird, als das Löchlein I stehet; so laufet kein Tropfen Wasser durch dieses Löchlein heraus: so bald man sie aber über dieses Löchlein herauf ziehet, so laufet das Wasser bis in I daselbst heraus. Wenn die Röhre bis unter das Löchlein in I gehet; so gehet das Wasser so weit in die Röhre FG als sie unter dem Löchlein stehet, nemlich der Theil HG wird mit Wasser erfüllet. Daß die Luft die wahre Ursache sey, warum das Wasser nicht heraus laufet, wenn die Röhre unter I stehet; erweise ich folgendergestalt.

Erfolg im Versuche.

Daß die Luft die Ursache dessen sey, was erfolget.

§. 87. stalt. Ich setze das Glas mit der Röhre unter die Glocke auf den Teller der Luft-Pumpe, und pumpe die Luft weg. Wenn die Luft dünne zu werden beginnet; so fängt das Wasser zu dem Loche I an herauszulaufen, obgleich die Röhre bis unter dasselbe gehet. Und wenn man Luft genung heraus gepumpet, so lauft endlich das Wasser alle bis an das Loch I heraus. Es ist nun aber die Frage, wie die Luft es hindert, daß das Wasser durch das Loch I nicht heraus fliessen kan, indem die Röhre bis unter dasselbe gehet. In der That ist es nichts anders, als was schon oben in dem siebenten Versuche von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien (§. 31.) da gewesen. Denn gegenwärtiges Instrument stellet eine Röhre vor, da der eine Theil seine Eröfnung in der Höhe, der andere aber niederwärts hat. Allein weil vielleicht nicht ein jeder sich wohl vorstellen dürfte, wie er die in dem angezogenen Orte dargestellete Röhre aus gegenwärtigem Instrumente heraus bringen soll; so finde ich für rathsamer die Ursache von neuem umständlich zu zeigen. Anfangs ist klar, daß das Wasser von der Luft durch das Loch in I so starck gedruckt wird, als durch die Röhre FG. Und demnach ist es eben so viel, als wenn das Wasser nur bis in I gienge, und ich eine Röhre hinein tauchte. Da

Erklärung des Versuches.

nun

nun in diesem Fall das Wasser nicht höher §. 87.
steigen kan in der Röhre, als es rings her-
um um die Röhre stehet (§. 34.); so kan
auch das Wasser in der Röhre FG nicht
höher als in H steigen. Denn unerachtet
das Wasser in der Flasche ABCD über dem
Loche I auch auf das untere drucket: so dru-
cket doch die Luft durch die Röhre FG dar-
gegen, und vermag das Wasser wider sie
nichts auszurichten. Das Löchlein I ist so
enge, daß Luft und Wasser zugleich einander
nicht ausweichen können. Nun widerstehet
dem Wasser bey dem Löchlein I die Luft von
ihm an bis oben zu Ende der gantzen Höhe,
das ist, die Schwere der gantzen Luft. Es ist
aber bekannt, daß die Luft dem Wasser BI,
welches 3 Zoll hoch ist, die Wage hält, und
nicht nachgiebet, wenn sie nur bis 254 Schu-
he hoch ist (§. 86.). Derowegen da die gantze
Luft viel schwerer ist als eine Luft-Säule
von 254 Schuhen; so kan auch die Luft dem
Wasser nicht nachgeben, weder bey dem Lo-
che in I, noch bey der Röhre in H. Und
solchergestalt kan weder das Wasser in I her-
aus laufen, noch auch weiter als in H in der
Röhre FG in die Höhe steigen. Nemlich
gegen das Loch in I drucket die Schwere
der gantzen Luft durch die Röhre FG, und
das Wasser von I bis B; gegen das Was-
ser GH gleichfalls die Schwere der gan-
tzen Luft durch das Loch I und das Wasser

§. 87. von B bis I. Solchergestalt ist der Druck von beyden Seiten gleich, und kan demnach das Wasser weder in der Röhre FG in die Höhe steigen, noch zu dem Loche I heraus fliessen.

Grösse der ausdehnenden Kraft in Ansehung ihrer Schwere. Tab. VIII. Fig. 50. Beschreibung des Instrumentes.

§. 88 Nachdem ich bisher zur Gnüge erwiesen, daß die Luft nicht allein schwer sey (§ 86.) wie das Wasser und andere flüssige Materien, sondern auch eine ausdehnende Kraft habe (§. 80.); so will nun ferner nöthig seyn, daß ich auch zeige, wie viel die Luft sowol durch ihre ausdehnende Kraft, als auch durch ihre Schwere auszurichten vermag. In dieser Absicht habe ich unter andern Instrumenten, die mir zu diesen Versuchen dienen, auch ein cylindrisches Gefässe ABCD aus Meßing machen lassen 6 Zoll 3 Linien 7 Scrupel hoch, und im Diameter 38½ Linie weit. Der untere Boden CD hat drey Kugeln, damit das Gefässe nicht unmittelbar auf den Teller der Luft-Pumpe aufstehen darf, indem darunter eine Röhre angeschraubet werden muß, wie wir hernach sehen werden. Auf dem oberen Deckel AB, der eben sowol als der Boden CD fest angelöthet, ist in H eine Mutter nebst einer Eröfnung, damit man dadurch das Gefässe mit Wasser füllen und ein kleineres Gefässe HI mit Luft darauf schrauben kan. Dieses kleinere Gefässe ist gleichfalls cylindrisch, und hält der Diameter im

Lichten

Lichten 1 Zoll 6 Linien und 6 Scrupel, die Höhe von innen ist 117 Scrupel. Unten in dem Boden in D wird vermittelst der Schraube H die meßingene Hülse HIKL eingeschraubet, die durch den untern Rand des Bodens CD in E durchgehet, und darein man eine gläserne Röhre EG kütten kan, die nicht viel höher ist als das Gefässe ACDB. Damit diese Röhre gewiß stehe, wird oben in B ein dünnes Blech mit einem runden Löchlein an dem Rande, der wie unten der Rand des Bodens über das Gefässe etwas hervor gehet, angeschraubet, dadurch man die gläserne Röhre GE stecken kan. Nachdem man das Gefässe AD mit Wasser voll gefüllet, wird das kleine Gefäßlein HI mit Luft darauf geschraubet. Nächst diesem habe ich eine Röhre MOP mit einer Schraube N verfertigen lassen, und dieselbe auf den Teller der Luft-Pumpe geschraubet. Der kleine Theil MO, so horizontal ist, muß etwas weniges länger seyn als der halbe Diameter des Bodens von dem grossen Gefässe, damit man es bequem darüber setzen kan. Die aufgerichtete Röhre OP wird ein wenig höher als das Gefässe gemacht, jedoch nicht ohne Noth gar zu hoch, damit man nicht eine allzugrosse gläserne Glocke brauchet, wenn man den Versuch anstellen will. Nemlich weil wir bald hören werden, daß das Wasser aus dem Ge-

§. 88.

Tab. VIII. Fig. 51.

§. 88. fässe unter die Glocke läufet; so dienet die Röhre MOP dazu, daß kein Wasser in die Luft-Pumpe kommt. Ich habe aber schon oben (§. 82.) gewiesen, daß die Luft sich einmal wie das andere auspumpen lasse, die Eröfnung, wodurch sie aus der Glocke in die Pumpe fähret, mag unten auf dem Teller, oder oben in der Höhe seyn.

Tab. VIII. Fig. 50. Beschreibung des Versuches.

Nachdem nun alles solchergestalt zubereitet worden, habe ich das Gefässe ACDB auf den Teller der Luft-Pumpe gesetzet, und darüber eine grosse gläserne Glocke gedecket. Als ich die Luft heraus gepumpet, ist anfangs auf einen jeden Zug etwas Wasser aus der gläsernen Röhre EG heraus gelaufen. In dem man mit Auspumpung der Luft fortgefahren, ist das Wasser aus gedachter Röhre EG heraus gesprungen, und zuletzt beständig gelaufen, bis es gantz und gar aus dem Gefässe heraus gelaufen, und nichts davon zurück geblieben.

Besonderer Umstand.

Damit man diese Veränderungen desto besser wahrnehmen könnte, so habe jederzeit (wie ich auch bey anderen Versuchen zu thun gewohnt bin, wenn nicht besondere Umstände ein anderes erfordern) den Stempel bey verschlossenem Hahn aus der Luft-Pumpe heraus gezogen, und ihn nicht eher eröfnet, als bis ich aufgehöret ihn heraus zu winden, damit die Luft aus der Glocke auf einmal in das Rohr der Luft-Pumpe treten und

man also desto deutlicher sehen kan, was bey jedem Zuge erfolget. Weil das Wasser, indem man die Luft heraus pumpet, viel Blasen bekommt, sowol dasjenige, welches aus dem Gefässe heraus gelaufen und unter der Glocke und um dasselbe herumstehet, als auch das andere, welches erst aus dem Gefässe heraus laufet; so kan man aus den Blasen des letztern mit Augen sehen, wie geschwinde sich das Wasser durch die Röhre EG beweget. Es fähret aber das Wasser mit den Blasen, sonderlich um die letzte, wenn es beständig fort fliesset, so schnelle durch die Röhre EG, daß man kaum so geschwinde sehen kan. Das Wasser steiget in der gläsernen Röhre EG wider seine natürliche Schwere, dadurch es nieder getrieben wird (§. 1.), in die Höhe, ja springet oben in G gar heraus Derowegen muß etwas seyn, welches ihm eine Bewegung in die Höhe und zwar in einem solchen Grade der Geschwindigkeit mittheilet. Es ist im Gefässe ausser dem Wasser nichts vorhanden als die Luft in dem kleinen Gefäßlein HI, welches oben darauf geschraubet worden: und demnach muß die Luft diese Bewegung verursachen, folgends, da kein Cörper den andern bewegen kan, als der vorher selbst in Bewegung ist (§. 664. Met.), auch selbst in Bewegung seyn. Wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die

§. 88. Wie die Geschwindigkeit des Wassers zu observiren im Versuche.

Erklärung des Versuches.

§. 88. Luft eine Kraft hat sich weiter auszubreiten, wenn ihr nichts widerstehet, und da sie eine stete Bemühung solches zu thun anwendet (§. 80.), muß sie alles, was ihr im Wege stehet, vermöge dieser Kraft drucken. Derowegen drucket die in dem kleinen Gefäßlein HI eingeschlossene Luft auf das Wasser in dem Gefässe ACDB, und ist bemühet es aus seiner Stelle zu jagen. Allein da anfangs die Luft unter der Glocke eben so dichte ist, wie die eingeschlossene in dem Gefäßlein HI; so ist ihre ausdehnende Kraft eben so starck, wie der eingeschlossenen (§. 81.), und demnach drucket sie das Wasser so starck durch die Eröfnung der Röhre GE. als das im Gefässe von der eingeschlossenen gedruckt wird Und also kan keine Bewegung des Wassers erfolgen, so lange die Luft im Gefäßlein HI und unter der Glocke von einerley Beschaffenheit ist. Wir wissen auch bereits, daß das viele Wasser im Gefässe ACDB nicht in dem Stande ist das wenige in der Röhre EG zu bewegen (§. 34.). Wenn nun die Luft unter der Glocke durch das Auspumpen verdünnet wird (§. 80.); so wird dadurch zugleich ihre ausdehnende Kraft schwächer (§. 81.), und demnach drucket sie nicht so starck auf das Wasser in der Röhre GE. als die Luft in dem Gefäßlein HI auf das Wasser im grossen Gefässe ABDC. Derowegen muß das

Wasser

Wasser weichen, und die Luft breitet sich durch einen grössern Raum aus. Es fliesset demnach in G so viel Wasser heraus, bis die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft der unter der Glocke gleich wird. Bey den ersten Zügen breitet sich die Luft nicht so viel aus als bey den letzten (§. 80). Und daher vermag sie auch nicht so viel Wasser auf einen Zug heraus zu stossen als gegen das Ende, wenn die meiste Luft schon ausgepumpet ist. Weil die Luft alles Wasser aus dem Gefässe heraus treibet; so ist klar, daß sie zuletzt das grosse und kleine Gefässe zugleich erfüllet. §. 88.

Mathematischer Beweis, wie viel sich die Luft ausbreitet, und in derselben Stärcke behält.

Die Höhe des kleinen Gefässes HI ist 17 Scr. der Diameter im Lichten 166 Scr. und demnach der Raum, den die Luft erfüllet, 25 : 9774 Cubic-Scrupel, oder 2530 Cubic-Linien (§. 221. Geom.). Gleichergestalt da die Höhe des Gefässes 637 Scr. und der Diameter 385 Scr. hält; so ist der gantze Raum des Gefässes, den das Wasser erfüllet, 7 : 933 Cubic-Linien (§. cit Geom.). Weil nun der Raum des kleinen Gefässes HI 2530 beynahe im Raum des grossen ABDC 7 : 933 neun und zwantzig mal enthalten ist; so hat die Luft durch einen Raum sich ausgebreitet, der dreyßig mal so groß ist wie der, den sie anfangs einnahm, indem sie das grosse und kleine Gefässe zugleich erfüllet. Indem sie aber einen Raum

§. 88. erfüllet, der 30 mal so groß ist als derjenige, den sie zuerst einnahm; so ist sie auch 30 mal so dünne worden. Unterdessen da gleichwohl das letzte Wasser noch oben zur Röhre EG heraus gestossen wird; so muß die verdünnete Luft noch so viel Kraft haben als erfordert wird, das Wasser mit vieler Geschwindigkeit in die Höhe durch die Röhre EG zu treiben. Es ist aber in der That diese Kraft nicht geringe. Denn das Wasser in der Röhre EG widerstehet der Bewegung so viel als das Wasser insgesammt, welches das Gefässe ABCD erfüllet (§. 36.). Wir haben gefunden, daß dieses Wasser 75933 Cubic-Linien, oder 74 Cubic-Zoll hält. Weil nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gr. wieget (§. 7.); so wieget das Wasser, welches das gantze Gefässe erfüllet, 36630 Gr. das ist, bey nahe 5 Pfund (§. 2.) Es ist demnach eben so viel, als wenn die Luft 5 Pfund mit einer solchen Geschwindigkeit in die Höhe bewegete, als das Wasser durch die Röhre EG heraus getrieben wird. Derowegen wenn 2530 Cubic-Linien oder $2\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll Luft, wie wir hier bey uns haben, in der wir Athem holen, dreyßig mal dünner worden, als sie jetzt ist; so behält sie doch noch eine so starcke ausdehnende Kraft, die 5 Pfund 6 bis 7 Zoll hoch bewegen kan. Wem das Rechnen zu verdrüßlich fället, der darf nur das leere und

das

das volle Gefäſſe abwägen, ſo zeiget der Unterſcheid des Gewichtes die Schwere des Waſſers, welches das Gefäſſe erfüllet. Ein Cubic-Schuh Luft oder 1000 Cubic-Zoll wiegen 585 Gr (§. 86.), und daher $2\frac{1}{2}$ Zoll, ſo viel nemlich als Luft oben im kleinen Gefäſſe HI iſt, nicht völlig $1\frac{1}{2}$ Gr. Da nun ſo wenig Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft 5 Pfund wenigſtens 6 bis 7 Zoll hoch bewegen kan; ſo erkennet man hieraus, daß die Schwere der Luft in Anſehung ihrer ausdehnenden Kraft gar was ſehr geringes iſt, abſonderlich da dieſe noch ſo groß verbleibet, da die Luft 30 mal dünner, und ſie alſo gar viel geringer worden iſt (§. 81.). §. 88.

§. 89 Ich habe ſchon anderswo erwieſen, daß die ausdehnende Kraft der Luft, man mag viel oder wenig haben, jederzeit ſo groß ſey als die Schwere der gantzen Luft, die bis oben zu Ende auf ſie drucket (§. 31. Aerom.). Derowegen wenn wir dieſe Gröſſe erkennen wollen, ſo müſſen wir unterſuchen, wie ſchwer die gantze Luft auf etwas drucket. Die Art und Weiſe, wie ſolches geſchehen kan, wie Dalencé a) anführet und Galiläus (b) ſelbſt zu verſtehen giebet, iſt durch einen ohngefähren Zufall entdecket worden. Schwere der gantzen Luft. Wie ſie entdecket worden.

(a) Traité du Barometer p. m. 9.

(b) Dialog. de Mechan. p. m. 15. 16.

§. 89. den. Es hatte ein Gärtner zu Florentz eine Wasserplumpe über 18 Florentinische Ellen lang gemacht. Da er nun darinnen das Wasser nicht höher als 18 Ellen bringen konte, ohnerachtet noch über dem Wasser ein von der Luft leerer Raum war; so fragte er den Galiläum, als Mathematicum des Groß-Hertzogs zu Florentz um Rath, welcher, als er befand, daß die Plumpe keinen Fehler hatte, endlich aus der Hydrostatick oder den Gesetzen des wagerechten Standes der flüßigen Materien (§. 34.) erkannte, daß die Luft schwer seyn müsse, und so starck drucken als das Wasser, welches 18 Florentinische Ellen hoch stehet, dergestalt, daß der Erdboden rings herum von der Luft so viel gedruckt wird, als wenn er mit 18 Ellen hoch Wasser umflossen wäre. Guericke, der die Luft-Pumpe erfunden (.63.), hat dieses mit Fleiß untersuchet, und gefunden, daß die Luft mit 19 Magdeburgischen Ellen hoch Wasser die Wage hält c). Sturm und Mariotte haben diesen Versuch wiederholet. Jener hat die Höhe des Wassers, damit die Luft die Wage hält, gefunden (d) ohngefähr 31 Rheinländische Schuhe; dieser hingegen 30 Pariser-Schuhe

Wie starck die Luft durch ihre Schwere drucket.

(c) vid. Experim. de Vacuo lib. 3. c. 20. f. 98. & c. 21. f. 101.

(d) in Colleg. Curioso part. 1. p. 41.

he (e) und 8 Zoll, wiewol er 32 Schuh davor annimmt, weil wegen der Luft, die aus dem Wasser gehet, auch wenn es vorher gekocht worden, das Wasser allezeit niedriger stehet, als es solte. Vor allen diesen haben schon in Pohlen der berühmte Capuciner Valerianus Magnus, in Franckreich Pascal, in Italien Caspar Bertus denselben Versuch angestellet. Wie er ihnen gelungen, beschreibet Schottus (f). Weil allezeit Luft im Wasser bleibet, und nach diesem oben in den leeren Raum steiget, dadurch aber, wie ich bald zeigen werde, gehindert wird, daß das Wasser nicht so hoch steigen kan, als sichs gebühret; über dieses man den Versuch viel leichter und richtiger mit dem Queckſilber anstellen, auch aus der bekannten Verhältniß der Schwere des Wassers zu der Schwere des Queckſilbers (§. 9.) die Höhe des Wassers bestimmen kan, welches mit der gantzen Luft die Wage hält; so habe diesen Versuch zur Zeit selbst nicht anstellen mögen. §. 89.

Warum der Autor diesen Versuch nicht selbst angestellet.

§. 90. Es hat schon Torricellius, welcher seinem Lehrmeister dem Gallilæo in seinem Amte als Mathematicus des Groß-Her-

Versuch des Torricellii die Schwere

(e) Du mouvement des eaux part. 2. p. 90. 93.

(f) Techn. Curioſ. lib. 3. c. 2. p. 198. & ſeq.

§. 90. der ganzen Luft abzumessen.

Hertzogs zu Florentz nachgefolget, erkannt, daß eine andere flüßige Materie zu diesem Zweck bequemer sey, als das Wasser. Er hat demnach das Queckſilber dazu erwehlet, und damit eine gläserne Röhre, die von der einen Seite zugeschmeltzt, von der andern aber offen war, voll gefüllet. So bald er von dem offenen Ende den Finger weggenommen, nachdem er es zuvor in Queckſilber gesetzet; so ist das Queckſilber bis auf eine gewisse Höhe herunter gefallen, und hat über sich einen von der Luft leeren Raum gelassen. Diese gläserne Röhre, darinnen sich die Luft mit dem Queckſilber abwäget, ward anfangs Tubus Torricellianus, oder die Torricellianische Röhre genennet: nachdem man sie aber brauchet die Veränderungen in der Schwere der Luft zu entdecken, wird sie insgemein das Barometrum geheissen. Es ist zwar dieser Versuch sowol von unzehlich viel andern, als auch von mir zu verschiedenenmalen wiederholet worden: unterdessen aber wird doch nöthig seyn, daß, weil ich die Schwere der gantzen Luft dadurch determiniren will, ich mit besonderen Umständen anführe, wie ich die Sache befunden. Ich habe demnach gestern gegen Abend, als den 27. Junii des gegenwärtigen 1721sten Jahres, eine Röhre, die 282 Linien lang und 11 Scr. weit war, mit

Warum der Autor den Versuch umständlich beschreibet.

Beschreibung desselben.

mit Queckſilber gefüllet, und zwar auf zwey verſchiedene Arten nach einander. Anfangs habe ich eine engere Röhre genommen, die ſich gantz in die andere hinein ſtecken, und noch bequem darinnen herum wenden ließ. In dieſer Röhre habe ich ein Theil Queckſilber geſogen, und anfangs das obere Ende mit der Zunge, nach dieſem das untere mit dem Finger, endlich wiederum das obere mit dem Finger zugedruckt, damit ich das Queckſilber darinnen behalten, und deſſen ungeachtet die Röhre aus dem Queckſilber heraus nehmen, und in die Torricellianiſche Röhre hinein ſtecken können. So bald dieſes geſchehen, habe ich den Finger gar weggenommen; ſo iſt das Queckſilber aus der engen Röhre in die groſſe hinunter gefallen. Wenn man die groſſe Röhre ein wenig ſchräge hält; ſo rinnet das Queckſilber gemächlicher hinunter, und kan ſich nicht ſo leicht die Luft darzwiſchen fangen. Sollte es aber auch gleich geſchehen, daß ſich die Luft entweder in einem gantzen Theile der Röhre iwiſchen dem Queckſilber, oder nur hin und wieder an der Seite der Röhre verhielte; ſo kan man ſie auf vielerley Weiſe heraus bekommen. Wenn die Luft einen gantzen Theil der Röhre zwiſchen dem Queckſilber eingenommen; habe ich die enge Röhre durch das Queckſilber und die Luft hindurch geſtoſſen; ſo iſt ſie an ihr in die

§. 90. Wie die Röhre gefüllet wird.

Handgrif im Füllen.

Wie die Luft, ſo ſich zwiſchen dem Queckſilber verhält, heraus zu bringen.

§. 90. die Höhe gestiegen, und, nachdem ich die Röhre zurücke gezogen, das Queckſilber unmittelbar auf einander geweſen. Wenn ſich die Luft nur zur Seiten zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre verhalten; ſo habe die Röhre an der Seite des Glaſes hinunter geſtoſſen, und dieſe Luft iſt gleichfalls an ihr in die Höhe geſtiegen. Gleichergeſtalt darf man nur im erſten Fall die Röhre etwas beugen, und allenfalls dem Queckſilber durch hin und her fahren mit der Röhre einen Druck geben; ſo ſteiget gleichfalls die Luft herauf, und das Queckſilber fället an das untere an. Im andern Fall beuget man das Ende der Röhre, wo die Eröfnung iſt, etwas nieder, damit eine groſſe Blaſe hinauf ſteigen kan, welche unterwegens alle kleine mit nimmt; darnach beuget man das andere Ende wieder nieder, ſo fähret die Blaſe wieder zurücke, und nimmt auch von der andern Seiten die Bläſelein mit fort, wo ſich einige zwiſchen dem Glaſe und Queckſilber noch aufhalten. Das andere mal habe ich die Torricellianiſche Röhre mit dem kleinen Stechheber gefüllet, deſſen ich ſchon oben (§. 37.) gedacht, und im übrigen in Acht genommen, was ich vorhin bey dem Gebrauch der Röhre angemercket. Es iſt der Heber beſſer als die Röhre, weil man viel Queckſilber auf einmal ausheben kan, und darf gleichwol die Röhre B ſehr enge

Tab. II. Fig. 13. Andere Manier die Röhre zu füllen.

enge seyn. Man kan auch das Queckſilber §. 90.
ohne einige Gefahr, daß es etwan in den Mund kommt, hinein ſaugen, und im Heber mit leichter Mühe zurücke halten, wenn man ihn heraus ziehet und in die Torricellianiſche Röhre hinein ſtecket. Ich habe ſonſt auch einen gläſernen Trichter gebraucht, der unten nur mit einem Haar-Röhrlein verſehen geweſen: allein ich finde das Stechheberlein deswegen beſſer, weil man die Röhre, die man füllen ſoll, ſchief halten kan, damit das Queckſilber gemächlich hinunter rinnet, und die Luft ſich deſto weniger fänget. Nachdem ich die Röhre mit Queckſilber gantz voll gefüllet hatte, habe ich den Finger auf die Eröfnung der Röhre geleget, damit das Queckſilber nicht heraus fallen konnte, nachdem ich ſie umwendete. Hierauf habe ich die Röhre mit dem offenen Ende in ein Gefäſſe mit Queckſilber geſetzet und den Finger weggezogen; ſo iſt das Queckſilber in der Röhre bis auf eine gewiſſe Höhe herunter gefallen. Als ich die Höhe von der Fläche des Queckſilbers an in dem Gefäſſe genau gemeſſen, ſo habe ſie nach Rheinländiſchem Maſſe, jedoch daß der Schuh nur in zehen Zoll getheilet worden (§. 2.), 23 Zoll und 7 Scrupel gefunden, das iſt, wenn man den Schuh in 12 Zoll eintheilet, bey nahe 27 Zoll und 8 Linien, deren gleichfalls 12 einen Zoll machen.

Wie die gefüllete Röhre ins Queckſilber geſtellet wird.

Wie groß die Höhe des Queckſilbers gefunden worden.

§. 90. Es ist demnach die Schwere der Luft der Schwere des Queckſilbers gleich, welches 23 Rheinländiſche Zoll nach der zehentheiligen Eintheilung und etwas über eine halbe Linie hoch ſtehet. Das Queckſilber iſt $13\frac{1}{3}$ mal ſo ſchwer als das Waſſer (§. 9.). Derowegen wenn man 2307 Ser. mit $13\frac{1}{3}$ multipliciret, ſo kommt die Höhe des Waſſers heraus, welches mit der gantzen Luft die Wage hält, nemlich 30 Schuh 7 Zoll und 6 Linien, oder bey nahe 31 Schuhe, wie Sturm mit vieler Mühe gefunden. Es iſt zu mercken, daß die Luft nicht allzeit gleich ſchwer iſt, wie wir an ſeinem Orte ſehen werden, und dannenhero ſo wenig das Waſſer, welches mit der gantzen Luft die Wage hält, zu allen Zeiten von einerley Höhe gefunden wird, als das Queckſilber in der Torricellianiſchen Röhre immer einerley Höhe behält. Wenn wir die Verhältniß der Schwere des Queckſilbers zu der Schwere des Waſſers wie 14 zu 1 annehmen wolten, wie insgemein zu geſchehen pfleget (§. 9.); ſo käme die Höhe des Waſſers etwas über 32 Schuhe heraus, wie Mariotte angegeben. Weil man ſelten in denen Fällen, wo man die Schwere der gantzen Luft auszurechnen nöthig hat, auf Kleinigkeiten ſiehet; ſo kan man die Höhe des mit der Luft die Wage haltenden Waſſers entweder 31 o-

Wie groß die Höhe des Waſſers.

Wie groß man ſie in Rechnungen machen kan.

der

der 32 Rheinländische Schuhe annehmen, §. 90.
nachdem die Luft entweder schwer oder leichte gefunden wird. Man siehet im übrigen, daß unsere Rechnung eben das giebt, was andere durch Versuchen heraus gebracht, und wir daher in diesem Stücke die Mühe ersparen können. Auch hat man überhaupt anzumercken, wie dasjenige, was wir durch unsere Versuche bisher heraus gebracht, gar wohl zusammen stimme, und solchergestalt die folgenden von der Güte der vorhergehenden Zeugniß ablegen.

Wie des Autoris Versuche beschaffen.

§. 91. Wer alles dasjenige wohl erwogen, was wir durch die bisherigen Versuche sowol von dem wagerechten Stande und Druck der flüßigen Materien, als auch ins besondere von der Schwere der Luft bestätiget, der wird wohl keinen Zweifel daran haben, daß das Queckſilber in der Torricellianischen Röhre von der Luft zurück gehalten werde; daß es nicht herunter fallen kan. Vermöge seiner Schwere drucket es nieder, und will herunter fallen (§. 1.): da nun solches nicht geschiehet, so muß etwas um die Röhre auf das Queckſilber im Gefäſſe so starck drucken, als das in der Röhre niederdrucket. Es drucket aber nichts auf das Queckſilber als die Luft, die eine schwere flüßige Materie iſt (§. 86.): und demnach iſt es die Luft, welche durch

Was das Queckſilber in der Torricellianischen Röhre erhält.

§. 91. ihre Schwere dem Queckſilber widerſtehet, daß es nicht herunter fallen kan. Jedoch damit man deſtomehr verſichert wäre, daß die Luft und zwar allein es ſey, welche den Fall des Queckſilbers hindert; ſo habe durch Hülfe der Luft-Pumpe ſolches auf folgende Art gezeiget. Ich habe eine kleine gläſerne Glocke ABC mit einer langen Röhre CD genommen, und darunter die Torricellianiſche Röhre GH in dem Gefäſſe mit Queckſilber EF auf den Teller der Luft-Pumpe geſetzet. Die Glocke iſt nicht gar zu weit, damit man die Luft deſto geſchwinder auspumpen kan. Sie iſt mit der Röhre nicht viel über drey Schuh lang, damit man die Torricellianiſche und andere gläſerne Röhren darunter ſetzen kan. Oben iſt ſie in einen meßingenen Deckel D eingekittet, damit keine Luft hinein kommen kan. Als ich nun die Luft auspumpete, ſo fiel gleich auf den erſten Zug das Queckſilber weit über die Helfte von I an herunter. Auf den andern Zug fiel wiederum von dem noch übrigen Queckſilber mehr als die Helfte herunter. Endlich auf den dritten Zug fiel vollends alles herunter, und blieb nichts in der Röhre zurück. Als ich das viertemal pumpete, ſo ließ ſich bey verſchloſſenem Hahn von Seiten der Glocke der Stempel in der Luft-Pumpe bis an den Boden gantz hinein winden,

Tab. VIII. Fig. 52. Daß die Luft allein die Urſache ſey, wird durch einen Verſuch beſtätiget.

und

und man konte nichts mehr von der Luft hören, als der Hahn eröfnet ward. Weil nun das Queckſilber herunter fällt, ſo bald die Luft ausgepumpet wird, und nicht das geringſte mehr in der Röhre verbleibet, ſo bald nicht mercklich Luft unter der Glocke zu finden, die auf das Queckſilber im Gefäſſe drucket; ſo ſiehet ein jeder augenſcheinlich, daß es die Luft und nichts anders ſey, welche das Queckſilber in der Röhre GH erhält. Nemlich anfangs ſtehet das Queckſilber auch unter der Glocke mit der Röhre ABCD ſo hoch, als wie in freyer Luft, weil die Luft durch ihre ausdehnende Kraft ſo viel widerſtehet, als die Schwere der gantzen Luft, dadurch ſie gedruckt wird (§. 31. Aerom.). Wenn die Luft ausgepumpet wird, ſo wird ſie dadurch dünner (§. 80.) und daher ihre ausdehnende Kraft geringer (§. 81.). Derowegen kan ſie auch der Schwere des Queckſilbers nicht mehr ſo viel, wie vorhin, widerſtehen, und demnach giebet ſie dem Queckſilber ſo lange nach, bis ſo viel herunter gefallen, als dem Abgang der ausdehnenden Kraft gleichet. Weil der Raum in dem Rohre der Luft-Pumpe gröſſer iſt, als unter der Glocke mit der Röhre ABCD; ſo gehet auch auf jedesmal mehr als die Helfte von derjenigen Luft heraus, die darunter iſt, und wird die Luft noch mehr als einmal ſo dünne, §. 91.

§. 91. als sie vorher war (§. 80). Da nun auch mehr als die Helfte von dem Queckſilber in der Röhre GI auf jeden Zug herunter fället; ſo muß die ausdehnende Kraft mehr als die Helfte geſchwächt werden, indem ſie mehr als noch einmal ſo dünne wird: woraus wahrſcheinlich wird, daß die ausdehnende Kraft der Luft in der Proportion abnimmt, in welcher die Luft dünner wird. Und giebet uns demnach gegenwärtiges Experiment Gelegenheit an die Hand ſolches genauer zu unterſuchen. Wenn man wieder Luft unter die Glocke ABCD läſſet; ſo ſteiget das Queckſilber in der Röhre GH wiederum in die Höhe, und kommt wieder bis in I, ſo bald alle Luft wieder unter der Glocke iſt, die man heraus gepumpet hatte. So bald man inne hält Luft hinein zu laſſen, ſo bald höret auch das Queckſilber auf zu ſteigen, und bleibet da ſtehen, bis wohin es hinauf geſtiegen. Da nun das Queckſilber ſogleich ſteiget, ſo bald die Luft wieder hinein kommt, und zwar nach Proportion der eingelaſſenen Luft; ſo erhellet abermal, daß die Luft diejenige Urſache ſey, welche das Queckſilber in der Röhre GH erhält. Wer wolte zweifeln, daß dieſes die Urſache von einer Würckung ſey, welches wenn es weggenommen wird, die Würckung ſogleich aufhöret, wenn es aber wieder hergeſtellet wird, die

Beſonderer Umſtand wird durch Verſuch ausgemacht.

die Würckung auch wiederum erfolget? §. 91.
Wenn man mercket wie weit bey jedem Zuge der Stempel heraus gezogen wird, an den Zähnen der Stange, die man heraus windet, indem die ausgepumpete Luft so dichte zusammen gedruckt wird, als die äussere ist (§. 82.), und wie weit das Queckſilber auf jeden Zug herunter fället; nach dieſem den Stempel eben wieder so weit heraus windet, und durch den Hahn von aussen Luft in die Luft-Pumpe lässet, damit man wiederum nach und nach auf jedesmal so viel Luft unter die Glocke bringen kan, als herausgepumpet worden, jedoch in einer verkehrten Ordnung, daß nemlich auf das erste mal so viel Luft hinein gelassen wird, als das letzte mal heraus gepumpet ward, und hingegen das letzte mal so viel hinein gelassen wird, als das erste mal heraus gepumpet ward; so wird auch das Queckſilber in einer verkehrten Ordnung wieder steigen, wie es gefallen, nemlich das erste mal steiget es so hoch, wie es das letzte mal gefallen, und das letzte mal steiget es so hoch als es das erste mal gefallen. Man kan auch solches gar leicht begreifen, daß es geschehen müsse, wenn man es auch gleich nicht versuchet. Denn wenn unter der Glocke wieder der vorhergehende Zustand hergestellet wird, da das Queckſilber auf eine gewisse

und durch Gründe erweisen.

§. 91. Höhe in der Röhre GH erhaben stund; so ist kein Grund mehr vorhanden, warum nicht wiederum das Queckſilber eben so hoch ſtehen ſollte. Da nun ohne zureichenden Grund nichts ſeyn kan (§. 30. Met.); ſo muß es auch wiederum ſo hoch ſtehen. Es iſt aus der ausdehnenden Kraft der Luft klar (§. 80.), daß die unter die Glocke ABCD gelaſſene Luft ſich durch den Raum der ganzen Glocke ausbreitet, und daher dichter wird, jemehr man Luft hinein läſſet. Da nun das Queckſilber mehr als noch einmal ſo hoch ſteiget, wenn mehr als noch einmal ſo viel Luft hinein gelaſſen wird, als bereits unter der Glocke iſt; die Schwere des Queckſilbers aber in der Röhre die Gröſſe der ausdehnenden Kraft andeutet: ſo nimmt dieſe mehr als noch einmal ſo viel zu, wenn die Luft mehr als noch einmal ſo dichte wird. Woraus wahrſcheinlich abzunehmen, daß ſie in der Proportion zunimmt, in welcher die Luft dichter wird.

In was für Proportion die ausdehnende Kraft der Luft ab- und zunimmt.

§. 92. So bald nur ein wenig Luft unter die Glocke ABCD kommt; ſo ſteiget gleich etwas Queckſilber in die Röhre GH. Derowegen kan man die Torricellianiſche Röhre unter andern auch darzu brauchen, daß man ſiehet, ob die Luft-Pumpe Luft hält oder nicht. Nemlich wenn man die Luft heraus pumpet, und es fäl-

Probe der Luft-Pumpe, ob ſie Luft hält. Tab. VIII. Fig. 52.

let

let bey Eröfnung des Hahnes das Queck- §. 92.
silber aus der Röhre herunter, und bleibet so weit nach diesem unbeweglich stehen, so bald es herunter gefallen; so ist dieses eine Anzeigung, daß von aussen keine Luft unter die Glocke kommen kan. Woferne aber das Queckſilber, indem es aufhöret zu fallen, gleich wieder in die Höhe steiget; so ist solches eine Anzeigung, daß ein Ort in der Luft-Pumpe vorhanden sey, wo die Luft mercklich durchkommen kan. Und zwar erkennet man, daß viel Luft geschwinde hinein kommen kan, wenn das Queckſilber schnell wieder zurücke steiget, und bald wieder die Höhe erreichet, welche es herunter gefallen: hingegen nimmt man wahr, daß wenig Luft auf einmal hinein kommt, wenn das Queckſilber sehr langsam in die Höhe steiget, und erst nach einer guten Weile wieder so hoch zu stehen kommt, als es herunter gefallen war. Wenn die Luft-Pumpe so schlecht verwahret, daß das Queckſilber sogleich anfängt in die Höhe zu steigen, indem es kaum herunter gefallen; so ist sie nicht in dem Stande, daß man ein einiges Experiment damit recht machen kan. Will man aber erfahren, ob die Luft-Pumpe auch lange Zeit Luft halte, oder nicht, damit man weiß, wie weit man sich darauf zu verlassen hat, wenn ein Versuch einige Stunden, ja Tage währet; so lässet

Ob sie lange Zeit Luft halte.

§. 92. man die Torricellianische Röhre, nachdem die Luft so weit ausgepumpet, daß das Queckſilber gantz herunter gefallen, unter der Glocke mit der Röhre ABCD stehen, und siehet nach Verlauf einiger Stunden, ja Tage nach, ob etwan von dem Queckſilber etwas in die Röhre GH gestiegen. Nachdem man nun findet, daß keines hinein kommen, oder nur etwas weniges; so erkennet man dadurch, wie lange man der Luft-Pumpe trauen darf. Woferne es aber gleich geschehen sollte, daß nach Verlauf vieler Stunden, ja gar einiger Tage, etwas Luft sich hinein schliche; so ist doch dieser Fehler der Luft-Pumpe so beschaffen, daß man auf ihn in denen gewöhnlichen Versuchen, die kaum eine Viertel-Stunde dauren nicht zu sehen hat. Ja auch bey denen, damit man gantze Stunden zubringet, hat es alsdenn nichts zu sagen.

Wie zu erfahren, ob die Schwere der Luft zu dem Auspumpen etwas beytrage.

§ 93. Wenn man Acht hat, wie viel auf einmal Queckſilber herunter fället, indem man die Luft auspumpet, und wie viel Züge man thun muß, damit es gantz aus der Röhre gehet; so kan man vermittelst der Torricellianischen Röhre auch sehen, ob eben so viel Luft auf einen Zug ausgepumpet wird, wenn die Luft blos durch die ausdehnende Kraft sich auspumpen lässet, als wenn ihre Schwere auch dabey Platz finden könnte. Und also lässet sich derjeni-

ge

ge Versuch, den wir vorhin (§. 82.) zu dem Ende beygebracht, vermittelst der Torricellianischen Röhre viel leichter und sicherer anstellen. Nur ist zu mercken: weil die Glocke ABC eine lange Röhre CD hat, damit die Torricellianische GH darunter Platz findet; die Röhre von Meßing, welche wir damahl gebrauchet, zu kurtz ist, indem noch ein Theil Luft in der Röhre CD durch die Schwere hinein fallen könte. Ob man sie nun zwar brauchen kan, wenn man nicht gar zu sorgfältig seyn will, indem doch der gröste Theil von der Luft, der ausgepumpet wird, in der Glocke ABC ist; so kan man doch auch leicht die Sache so einrichten, damit kein hartnäckiger Gegner, als denen zu Gefallen dieser Versuch blos angestellet wird, weil die Sache aus der Beschaffenheit der Schwere der Luft zur Gnüge bekannt ist (§. 86.), etwas dargegen einwenden kan. Man lässet eine meßingene Hülse ML mit einer Schraube LK machen, damit man sie auf den Teller der Luft-Pumpe anschrauben kan. In diese Hülse wird eine gläserne Röhre MN in eben der Länge, wie die Torricellianische, daß sie nemlich bey nahe bis an den Deckel der Röhre an der Glocke reichet, fest eingekittet. Man brauchet zu dergleichen Kitt drey Löffel Ziegel-Mehl, 1 Pfund Pech und einen halben Löffel Wa-

§. 98.

Tab. VIII. Fig. 52.

Wie der Versuch mit Vorsichtigkeit anzustellen.

Tab. VIII. Fig. 53.

Kitt-Gläser einzukitten.

gen-

§. 93. genschmier. Wolte man es mit weiten Glocken versuchen; so könnte man dergleichen dazu brauchen, wo oben ein Würbel daran kommt, und die wir unten beschreiben werden. Denn man durfte den Würbel nur oben heraus nehmen, die Torricellianische Röhre dadurch stecken, und den übrigen Raum der Eröfnung mit Baumwachs verschmieren, oder, wenn es wegen der Hitze in heissen Sommer-Tagen zu weich ist, auf andere beliebige Weise wider den Zugang der Luft verwahren; so könnte man die Röhre behalten, die wir oben dabey gebrauchet. Es ist aber die Sache kaum von der Wichtigkeit, daß man so viel Mühe darauf wendet.

Wie der Versuch noch auf andere Art anzustellen.

§. 94. Wenn man die Torricellianische Röhre mit dem Gefäßlein, darinnen das Queckſilber ist, unter das Wasser tauchet; so steiget oben das Queckſilber den vierzehenten Theil von der Tiefe des Wassers, darunter das Queckſilber im Gefäßlein stehet, höher, als es vorher stund, und nimmt die Höhe des Queckſilbers in eben dieser Proportion zu, je tiefer man das Gefäßlein unter das Wasser sencket. Damit man es bequem unter das Wasser sencken könnte, so habe ich ein Glas mit einem engen Halse BA dazu genommen, und die Torricellianische Röhre CD hinein gesetzet: jedoch war der Hals so weit, daß noch neben der Röhre Wasser hinein kommen konnte.

Wie Wasser und Luft zugleich mit einander drucken.

Tab. VIII. Fig. 54.

Um

Um den Hals A habe ich einen Bindfaden gebunden, damit ich das Glas AB so tief unter das Wasser sencken konnte, als mirs beliebte. Und also siehet man, daß, wenn der äussere Druck auf das Queckſilber im Gefäßlein vermehret wird, dasſelbe in der Röhre in die Höhe steiget: woraus zugleich erhellet, daß die Luft mit dem Wasser ihre Kraft zu drucken vereiniget, und ſolchergeſtalt eine ſehr leichte flüßige Materie mit einer gar viel ſchwereren zugleich drucket, auch die leichtere ihren Druck durch die Schwere fortſetzet (§ 86.), welches oben durch andere Verſuche bereits ausgemacht worden (§. 42.). §. 94.

Daß die Torricellianiſche Röhre oben von Luft leer ſey.

Weil auch das Queckſilber eben um ſo viel höher steiget, wie es die Proportion der Schwere des Waſſers zu ſeiner Schwere erfordert; ſo iſt daraus abzunehmen, daß oben in der Röhre über dem Queckſilber demſelben nichts widerſtehet, indem es höher steigen will, und ſolchergeſtalt der obere Raum in der Röhre in der That entweder gantz leer, oder doch mit gar ſehr weniger Luft erfüllet ſey. Wenn man die Röhre nicht gar zu lang macht, ſo könnte man ſie im Waſſer ſo tief eintauchen, bis das Queckſilber oben anſtöſſe; ſo würde man dadurch inne werden, ob oben über dem Queckſilber noch einige oder gar keine Luft vorhanden ſey. Hätte man es in andern Fällen nöthig zu wiſſen, ob der Raum in der Röhre

über

§. 94. über dem Queckſilber von aller Luft gantz frey ſey oder nicht; ſo dürfte man nur ein Gefäſſe nehmen, welches etwas höher wäre als der obere leere Theil der Röhre lang iſt, und die Röhre mit dem Queckſilber hinein ſetzen: denn wenn man dieſes Gefäſſe mit Queckſilber füllen wolte bis bey nahe oben an, ſo müſte es auch in der Röhre um ſo viel höher ſteigen, und demnach endlich bis oben anſtoſſen. Man erkennet vor ſich, daß dieſes Gefäſſe ſehr enge ſeyn müſſe, damit man nicht ohne Noth allzuviel Queckſilber zu dem Verſuche nöthig hat. Ich habe darzu ein eylindriſches Glas machen laſſen, welches 675 Ecr. lang und im Diameter 64 Ecr. weit iſt. Man könnte es auch noch viel enger nehmen, indem die Weite deſſelben gar nichts dazu beyträget (§. 34), und nur etwas weniges weiter ſeyn darf, als daß die Torricellianiſche Röhre darinnen Raum hat.

Erinnerung.

Tab. VIII. Fig. 55.

Wie Luft und Queckſilber der äuſſeren Luft an dem Drucke gleich werden.

§. 95. Wenn man etwas Luft in die Torricellianiſche Röhre über das Queckſilber hinein läſſet, ſo fället daſſelbe gleich tiefer herunter. Läſſet man noch mehr hinein; ſo fället es noch tiefer herunter. Da wir aus dem vorhergehenden zur Gnüge verſichert ſind, daß das Queckſilber mit der äuſſeren Luft die Wage hält (§. 91.): ſo kan man auch nicht anders ſchlieſſen, als daß das Queckſilber mit der inneren Luft zuſammen

der

der äusseren Luft, die auf das Queckſilber im Gefäßlein drucket, die Wage hält. So viel als von dem Queckſilber herunter fället, indem etwas Luft hinein kommt; ſo viel wird an dem inneren Drucke in der Röhre durch die Luft erſetzet, welche man hinein gelaſſen. Nun iſt das Queckſilber über 11000 mal ſchwerer als die Luft (§. 86.). Derowegen wenn das Queckſilber, ſo herunter fället, indem Luft hinein kommt, durch die Schwere der Luft ſolte erſetzet werden; ſo könnte nur der eilf tauſende Theil Queckſilber heraus fallen, als Luft hinein gelaſſen worden. Da nun dieſes nicht geſchiehet, ſondern vielmehr eine groſſe Menge Queckſilber heraus fället, in der That vielmehr als Luft hinein gelaſſen worden; ſo iſt klar, daß die Luft hier nicht mit ihrer Schwere den Abgang des Druckes durch das herunterfallende Queckſilber erſetzet. Es geſchiehet demnach ſolches durch ihre ausdehnende Kraft, in deren Anſehung die Schwere der Luft gar was ſehr geringes iſt (§. 88.). Ja wenn wir dieſes noch nicht aus dem vorhergehenden wuſten; ſo könten wir es ſelbſt hieraus lernen. Denn da vermöge der Schwere der Luft, die man hinein läſſet, kaum eine Haarbreite Queckſilber heraus fallen könnte; ſo zeiget es der Augenſchein, daß weit mehr Queckſilber heraus fället, als die Luft austräget, die hinein gelaſſen wird, §. 95.

§. 95. wird, wenn man sie so dichte in einem Raum bey einander behielte, als sie von aussen um die Röhre herum ist. Man siehet demnach, daß die ausdehnende Kraft der Luft, welche in der Röhre eingeschlossen ist, so starck ist als die Schwere des Queckſilbers, welches herunter fället. Nemlich die Luft, welche hinein gelassen wird, ist anfangs so dichte, wie die äussere, und demnach ihre ausdehnende Kraft der Schwere der gantzen Luft gleich. Demnach könnte sie allein mit ihr im wagerechten Stande verbleiben, und wäre gar kein Queckſilber in der Röhre nöthig. Solchergestalt wenn der gantze leere Theil mit Luft erfüllet würde; machte die ausdehnende Kraft der Luft und die Schwere des Queckſilbers zusammen zweymal so viel aus, als der Widerstand von der gantzen Luft. Wird aber nicht der gantze Theil der Röhre, so von Queckſilber leer ist, mit so dichter Luft erfüllet, als die äussere um die Röhre ist; so breitet sich doch die Luft, welche hinein gelassen wird, durch den gantzen leeren Raum aus, und wird dadurch ihre ausdehnende Kraft geringer (§. 81.). Allein da die Schwere des Queckſilbers allein dem Widerstande der gantzen Luft gleichet (§. 90.); so muß hingegen dieselbe mit der ausdehnenden Kraft der über dem Queckſilber sich befindlichen Luft zugleich demselben

ben überlegen seyn. Und demnach beginnet in beyden Fällen das Queckſilber herunter zu fallen. §. 95. Indem ſolches geſchiehet, breitet ſich die Luft weiter aus, und erfüllet zugleich den Raum, den das Queckſilber verläſſet, und ſolchergeſtalt nimmt ihre ausdehnende Kraft ab. Wenn demnach ſie ſo weit abgenommen, daß das noch übrige Queckſilber mit ihr dem Widerſtande der Luft gleich wird; ſo kan weiter kein Queckſilber heraus fallen. Unterdeſſen ſtehet es nun um ſo viel niedriger, je mehr Luft hinein gelaſſen worden.

Wie genau ſich die Luft auspumpen läſſet.

§. 96. Wenn man die gläſerne Röhre HG voll Luft in das Gefäßlein mit Queckſilber EF ſetzet, und die Glocke ABC mit der langen Röhre CD darüber decket, hernach die Luft auspumpet; ſo nimmt man wahr, daß bey jedem Zuge etwas Luft aus der Röhre HG durch das Queckſilber im Gefäſſe EF fähret. Weil das Queckſilber wegen ſeiner Schwere der Luft ſtarcken Widerſtand thut; ſo fähret ſie auch mit vieler Geſchwindigkeit durch, und ſtöſſet das Queckſilber in die Höhe. Derowegen weil es Gefahr bringet, wofern daſſelbe aus dem Gefäßlein heraus geworfen wird, indem man dadurch die Luft-Pumpe verderben kan; ſo gehet man am ſicherſten, wenn man den Stempel bey eröfnetem Hahn heraus ziehet, damit die Luft aus der Röhre

Tab VIII. Fig. 52.

Vorſichtigkeit, ſo dabey zu gebrauchen.

§. 96. Wie die Luft rein auszupumpen.

re nicht auf einmal, sondern nach und nach heraus fähret. Ich habe auch wahrgenommen, daß, wenn der Stempel gantz bis an den Boden gangen, nachdem man gepumpet, und man nicht die geringste Luft mehr verspüret, so sich hätte heraus pumpen lassen, dennech noch auf einige Züge etwas Luft aus der Röhre durch das Queckſilber durch gegangen. Woraus man siehet, man habe mit dem Auspumpen noch fortzufahren, auch wenn man nicht mehr mercket, daß einige Luft weiter heraus gehet, wenn was daran gelegen ist, daß die Luft gantz reine ausgepumpet wird. So bald man Luft von aussen hinein gelassen, ist das Queckſilber in die Röhre hinauf gestiegen, jedoch nicht völlig so hoch, als wenn man sie aussen in der Luft gefüllet (§. 90.), wiewohl nur ein weniges gefehlet. Die Ursache ist keine andere als diese, daß oben etwas Luft noch geblieben, welche sich nicht hat heraus pumpen lassen, weil sie den Widerstand des Queckſilbers nicht überwinden können (§. 95.). Als ich an statt des Queckſilbers Wasser in das Gefässe EF gefüllet, und den Versuch wiederholet; so ist das Wasser viel höher als das Queckſilber gestiegen, indem oben in der Röhre nur eine Linie hoch leer geblieben: woraus man ersiehet, daß die Luft sich bis auf gantz was weniges aus der Röhre auspumpen lässet, zumahl da

bekannt ist, daß die Luft in dem kleinen Raume viel dünner ist als die äussere (§. 95.), und dahero noch vielweniger seyn würde, wenn sie eben so dichte wäre als wie die äussere. Bey dem Wasser hat man noch besser sehen können, wie sich die Luft aus der Röhre auspumpen lassen. Denn da anfangs viel Blasen auf einmal heraus gegangen, sind nach diesem immer weniger kommen, bis zuletzt nur eine auf einmal heraus gefahren. Jedoch sind die letzten Blasen viel grösser gewesen, als die ersten, weil nemlich die Luft sich mehr ausbreiten können, indem sie unter der Glocke weniger Widerstand gefunden. Ja etliche mahl ist auch eine Blase heraus kommen, wiewol etwas langsam, auch da man nicht mehr verspüret, daß sich die Luft auspumpen lassen.

§. 96 Wie man es am deutlichsten siehet.

§. 97. Ich habe nach diesem eine kleine gläserne Kugel AB mit einer Röhre BC von ohngefähr 4 bis 5 Zollen genommen, (es ist an der Weite der Kugel und an der Länge der Röhre nichts gelegen) und sie in ein Glas DE mit Wasser gesetzet. Nachdem ich das Glas mit der Kugel auf den Teller der Luft-Pumpe gebracht, und eine gläserne Glocke darüber gedecket; habe ich die Luft ausgepumpet. Da ich denn wahrgenommen, daß anfangs bey jedem Zuge viel Blasen auf einmahl und schnelle hinter einander aus der Eröfnung der Röhre C her-

Wie alles, was bey dem Auspumpen der Luft vorgehet, in Augenschein zu bringen. Tab VIII. F. 56. Beschreibung des Versuches.

§. 97. aus gegangen, die doch aber kaum einer Erbse groß gewesen. Nach diesem hat die Zahl der Blasen immer abgenommen; aber sie sind grösser worden und langsamer nach einander heraus gefahren, bis endlich nur drey, nach dem zwey und gantz zuletzt nur eine heraus kommen, die sich sehr langsam von der Röhre loß gerissen. So bald ich wiederum Luft unter die Glocke gelassen; ist das Wasser aus dem Glase DE durch die Röhre CB in die Kugel BA hinein gestiegen, und hat dieselbe bey nahe gantz erfüllet, dergestalt, daß kaum eine Blase wie eine Erbse übrig geblieben. Wenn irgendswo Luft unter die Glocke hinein dringen kan, indem man auspumpet: so steiget gleich Wasser in die Röhre BC, und unerachtet es bey den folgenden Zügen gleich wieder heraus gehet, steiget es doch auch gleich wieder, und zwar in grösserer Menge durch die Röhre CB bis in die Kugel AB. Daher man diesen Versuch auch mit dazu brauchen kan, daß man inne wird, ob Luft unter die Glocke kommen kan oder nicht, und, wenn solches geschiehet, ob viel oder wenig auf einmal kommt. Die Ursache von allen Umständen, welche sich bey diesem Versuche ereignen, lässet sich durch dasjenige gar wohl begreifen, was im vorhergehenden ausgemacht worden. Durch das Auspumpen wird die Luft unter der Glocke dün-

Zufällige Begebenheit.

Wie man erfähret, ob die Luft-Pumpe Luft durchlässet.

dünner (§. 80.), und dadurch ihre ausdehnende Kraft geringer (§ 81.). Derowegen drucket sie nicht mehr so starck auf das Wasser im Gefässe DE als die Luft in der Kugel AB durch die Röhre BC, folgends muß das Wasser weichen, und die Luft fähret aus der Röhre heraus, welche durch das Wasser in dem Glase in die Höhe steiget, weil sie gar viel leichter ist als das Wasser (§. 86.). Anfangs wird auf einmal viel Luft unter der Glocke weggepumpet, darnach immer weniger (§. 80.), und deswegen gehet auch anfangs auf einmal viel Luft aus der Kugel AB durch die Röhre BC, nach diesem aber immer weniger. Und demnach dienet auch der gegenwärtige Versuch dazu, daß man sehen kan, wie nach und nach immer weniger Luft ausgepumpet wird, indem man die Blasen zehlet, so bey einem jeden Zuge auf einmal heraus fahren. Wenn man Glocken von verschiedener Grösse nach einander darüber decket, und den Stempel aus dem Rohre der Luft-Pumpe einmal so weit heraus windet als das andere; so siehet man, wie unter kleineren Glocken mehr Luft auf einen Zug heraus fähret, auch die Luft insgesamt aus der Kugel geschwinder ausgepumpet wird, als unter grösseren. Woraus zugleich zu ersehen, daß die Luft in der Kugel AB eben solche Veränderungen leidet, als

§. 97. Erklärung dessen was sich bey dem Versuche zeiget.

Wie man erkennet, daß sich die Luft in verschiedenen Zügen ungleich auspumpet.

§. 97. die unter der Glocke. Anfangs ist die ausdehnende Kraft der Luft stark, nach diesem wird sie immer schwächer (§. 81). Derowegen kan anfangs die Luft, welche aus der Kugel AB durch die Röhre BC heraus fähret, den Widerstand des Wassers im Glase DE leichter überwinden, und fähret geschwinder durch. Nach diesem aber ist ihr der Widerstand des Wassers immer schwerer zu überwinden, und fähret daher auch langsamer durch. Unterdessen breitet sich anfangs die Luft weniger aus, nach diesem aber immer mehr, je weniger auf einmal heraus gepumpet wird (§. 80.), und daher sind auch die Blasen, welche aus der Röhre B heraus fahren, anfangs kleine, nach diesen aber werden sie immer grösser. Wenn keine Luft mehr aus der Röhre heraus gehet, so erkennet man zugleich daraus, daß keine Luft sich mehr heraus pumpen lässet. Indem man nun von aussen Luft unter die Glocke hinein lässet; so breitet sie sich durch dieselbe aus, und drucket nach der Grösse ihrer ausdehnenden Kraft (§. 81.) auf das Wasser im Glase DE. Da ihr nun in der Kugel AB nichts widerstehet, so drucket sie das Wasser durch die Röhre CB so hoch hinein, bis es mit ihrer ausdehnenden Kraft die Wage hält (§. 95.). Nun hält die Luft, wie sie unten bey uns ist, mit 31 bis 32 Schuhen hoch

hoch Wasser die Wage (§. 89.). Derowegen weil die Kugel AB mit der Röhre BC kaum einen halben Schuh hoch ist; so muß das Wasser die gantze Kugel erfüllen. §. 97.

Da es aber gleichwol nicht geschiehet, sondern oben noch ein kleiner Raum leer bleibet: so erkennet man daraus, daß nicht alle Luft sich auspumpen lässet. Daß sich nicht alle Luft auspumpen lässet.

Unterdessen da gleichwol gewiß ist, daß die Luft über dem Wasser dünner ist als die äussere (§. 95.); so siehet man daraus, wie gar wenig Luft zurücke bleibet, wenn man eine gute Luft-Pumpe hat, und die Luft so reine auspumpet, als sichs thun lässet.

Will man auch hier augenscheinlich sehen, wie wenig Luft durch die letzten Züge heraus gepumpet wird; so kan man nach einem, nach zweyen, nach dreyen und mehreren Zügen wieder Luft unter die Glocken lassen; so wird sich der Unterscheid aus dem Wasser, welches in die Kugel steiget, zeigen. Wie der Unterschied bey verschiedenen Zügen sich klärlich zeiget.

Denn unerachtet nicht eben völlig so viel Wasser in die Kugel steiget, als Luft heraus gepumpet worden, sondern immer etwas weniger (§. 95.); so haben wir doch an diesem Orte nicht darauf zu sehen, wo wir die Sache nicht genau auszurechnen gedencken, als welches aus andern Gründen (§. 80.) geschehen kan, sondern nur einiger massen in Augenschein bringen wollen, was wir schon durch den Verstand begriffen (§. cit.). Weil das

§. 97. Daß der Versuch auch mit Queckſilber angehet.

Queckſilber weit über zwey Schuh hoch ſtehet, wenn es mit der Luft die Wage hält (§. 90.), unſere Röhre CB aber mit der Kugel BA kaum einen halben Schuh hoch iſt; ſo kan man ohne mein Erinnern begreifen, daß mit dem Queckſilber ebenfals angehen muß, was mit dem Waſſer geſchiehet: nur hat man ſich in Acht zu nehmen, daß, da das Queckſilber ſchwer iſt, die Kugel nicht aus dem Glaſe fället, und das Queckſilber mit Gefahr verſchüttet wird. Das Waſſer wird in die Kugel durch die äuſſere Luft hinein getrieben, und von ihr erhalten, daß es nicht herunter fallen kan. Derowegen kan es nicht anders ſeyn, als daß daſſelbe wiederum herunter fället, ſo bald die Luft weggepumpet wird. Jedoch da die Luft ſehr dünne ſeyn kan, indem ſie noch einen halben Schuh hoch Waſſer erhält (§. 81. 90.); ſo kan auch nicht gleich auf die erſten Züge das Waſſer herunter fallen, ſondern erſt zuletzt, wenn die Luft dünne genung worden. Unterdeſſen da nicht allein ein wenig Luft noch oben über dem Waſſer iſt, auch im Auspumpen Luft aus dem Waſſer im Glaſe durch die Röhre CB in die Kugel BA ſteiget; dieſe Luft aber ſich weiter ausbreitet, indem die äuſſere dünne gemacht wird (§. 88.); ſo wird das Waſſer zugleich durch die ausdehnende Kraft der Luft in der Kugel heraus geſtoſſen, und fället nicht

allein

allein durch seine Schwere herunter. Und §. 97.
findet man dannenhero, daß, wenn viel Luft oben in der Kugel gelassen wird, das Wasser heraus gehet, wenn die Luft unter der Glocke vermöge ihrer ausdehnenden Kraft es noch viel Schuhe hoch erhalten könte. Gantz anders aber verhält es sich mit dem Quecksilber, wo nicht so viel Luft heraus gehet, indem man die unter der Glocke weggepumpet, absonderlich wenn man die Kugel mit der Röhre ABC vorher gantz voll gefüllet, damit gar keine Luft oben zurücke bleibet: wiewol da das Quecksilber fast 14mal so schwer ist als das Wasser (§. 9.), es auch zu fallen anfangen muß, wenn das Wasser durch seine Schwere noch nicht fallen kan.

Besonderer Umstand bey dem Quecksilber.

§. 98. Was wir hier mit einer kleinen Kugel unter der Glocke versuchet, kan man auch mit einer grossen Kugel in der freyen Luft verrichten: wobey sich verschiedene besondere Umstände zeigen, die man bey der kleinen Kugel nicht wahrnimmt. Und erhellet hieraus, daß auch in solchen Fällen, wo es auf die Grösse nicht ankommt, die man erkennen will, es dennoch nicht allezeit einerley sey, ob man einen Versuch im grossen, oder im kleinen anstellet. Ich habe demnach eine gläserne Kugel AB im Diameter über 8 Zoll mit einem meßingenen Hahne C, den man nach Gefallen an- und abschrauben

Wie das Wasser in eine leere Kugel quillet.

Tab. VIII. Fig. 57. Beschreibung des Versuches.

§. 98. ben kan, auf die Luft-Pumpe geschraubet, und die Luft mit allem Fleisse heraus gepumpet. Nachdem solches geschehen, habe ich den Hahn in das Wasser gesetzet, und darinnen eröfnet. Alsbald sprang das Wasser bis oben in A an, fiel aber bald zurücke, und erfüllete den untern Theil der Kugel. Nach diesem hat es blos fortgefahren mit einem Geräusche, dergleichen man bey siedendem Wasser verspüret, hinein zu quellen, bis die Kugel fast gantz voll gewesen, und kaum eine Blase, wie eine grosse welsche Nuß, oben übrig geblieben. Wenn man die Luft nicht reine auspumpet; so bleibet oben ein grösserer Raum leer. Indem das Wasser hinein quillet, siehet es anfangs gantz trübe aus, nicht anders als wenn es voll Saltz wäre, so noch nicht zergangen: nach diesem aber wird es immer heller, bis es zuletzt, wenn keines mehr hinein gehet, so klar ist wie anderes Wasser. Ich habe zu verschiedenenmalen diesen Versuch mit gläsernen Kugeln, wie oben die kupferne war (§ 86.), angestellet: aber doch nichts wahrgenommen, was ich nicht auch in der kleineren bemercket hätte. Unterdessen war die Last der Kugel, als das Wasser hinein gieng, sehr schwer, daß, als man es wieder heraus lassen wolte, die Kugel zerbrach, und sahe man alsdenn, wie sehr dünne sie auf der einen Seite war.

Warum gar zu grosse Kugeln im Versuche nicht zu gebrauchen.

war. Auch ist bekannt, daß eine grosse Kugel viel beschwerlicher auszupumpen ist als eine kleine. Und demnach sehe ich keine Ursache, warum man zu gegenwärtigem Versuche eben so gar grosse Kugeln nehmen solle. Denn daß auch das Wasser die grossen Kugeln erfüllen müsse, sie mögen so weit seyn als sie wollen, ist theils aus demjenigen klar, was von dem wagerechten Stande flüßiger Cörper überhaupt (§. 24.), theils aus dem, was von dem wagerechten Stande der Luft mit dem Wasser (§. 89.) gesaget worden. Warum das Wasser in die Kugel hinein gehet, darf nicht von neuem erkläret werden. Es geschiehet auf eben diese Weise, wie es vorhin in die kleine Kugel (§. 97.) kommen. Und demnach ist hier weiter nichts nöthig, als daß wir untersuchen, was für Ursachen die besondern Begebenheiten haben, die wir bey der kleinern Kugel nicht angemercket. Das Wasser ist demnach anfangs in die Kugel gesprungen, und hat an den Boden eben in A angestossen, weil es durch den Druck der Luft eine Kraft erhält bis 32 Schuhe hoch zu steigen (§. 90.), und anfangs im Glase ihm nichts widerstehet, indem unten an der Eröfnung des Hahnes, wo es hinein kommet, noch kein Wasser lieget. Das folgende findet von dem vorhergehenden, dadurch es steigen soll, um so viel mehr Widerstand, §. 98.

Ursachen der besondern Begebenheiten.

jemehr

§. 98. je mehr bereits Wasser in der Kugel ist, und dadurch wird es gehindert, daß es nicht mehr in die Kugel hinein sprützet, sondern blos quillet. Wir haben schon vorhin beyläufig angemercket (§. 86.), und werden es unten an seinem Orte noch augenscheinlicher zeigen, daß viel Luft in dem Wasser ist. Derowegen wenn das Wasser in einen Ort kommt, wo entweder gar keine Luft ist, oder doch sehr dünne, so beginnet sich die Luft innerhalb dem Wasser auszubreiten, und bildet gantz kleine Bläselein, die nicht deutlich zu erkennen sind, weil sie kleine seyn, wegen ihrer Menge aber das Wasser undurchsichtig machen, und seine Farbe ändern. Wenn nun die Kugel mit Wasser erfüllet ist, so wird auch dasselbe nach diesem keinen Raum finden, da der in ihm eingeschlossenen Luft nichts widerstehet, und solchergestalt findet die Luft keine Gelegenheit sich auszubreiten. Daher verschwinden wiederum die kleine Bläselein, das Wasser wird hell und klar, und bekommt dadurch seine vorige Farbe wieder. Wenn man den Hahn abschraubet, und das Wasser aus der Kugel wieder heraus lässet, muß man sie etwas schief halten, damit die Luft nicht zu starck hinein stösset: weil dadurch die Kugel gar leicht Schaden nehmen kan, absonderlich wenn sie in einem Orte etwas zu dünne ist.

Luft innerhalb dem Wasser.

Vorsichtigkeit im Versuchen.

§. 99.

§. 99. Ich habe zwar schon oben gewiesen, daß die Luft durch ihre ausdehnende Kraft aus einem grossen Gefässe das Wasser alles heraus treiben kan, indem die äussere Luft weggepumpet wird (§. 88.). Damit man aber diese ausdehnende Kraft noch besser kennen lernete, habe ich ein kleines cylindrisches Gläslein AB im Diameter 9 Linien weit, in der Mündung aber nur 1½ L. mit Wasser gantz voll gefüllet, und darein eine gläserne Röhre CD, die an beyden Enden offen war, gekittet. Man kan es auch nur mit Baumwachse verwahren, wenn das Wetter nicht gar zu warm ist: denn sonst wird das Baumwachs weich, und fasset nicht überall recht an, sondern lässet der Luft Raum, daß sie aus dem Glase heraus kan. Bey warmen und kaltem Wetter kan man auch Siegel-Lack dazu brauchen, wiewol man auch hierbey wohl darauf zu sehen hat, daß überall alles wohl verwahret wird, wofern man nicht in seinem Versuche Anstoß leiden will. Die Röhre CD war 3 Schuhe lang, damit ich sie mit dem Glase unter die Glocke mit der langen Röhre ABCD setzen konnte. Es blieb aber oben über dem Wasser in dem Gläslein ohngefehr einer Erbse groß Wasser, nemlich was um die Röhre herum in einem Raume von 1½ Linien hoch in dem engen Hälslein, der nur 1½ Linie weit war, sich

§. 99. Wie gar viel die ausdehnende Kraft der Luft vermag. Tab. VIII. Fig. 58. Beschreibung des Versuches.

Handgrif.

Fig. 52.

§. 99. sich verhalten konnte. Als die Luft ausgepumpet wurde, stieg gleich auf den ersten Zug das Wasser zu der andern Röhre CD in die Höhe, und lief oben in D heraus. Dieses gieng in den übrigen Zügen so fort, daß endlich das Wasser alle bis an die unterste Eröfnung der Röhre C. die bey nahe bis an den Boden des Glases gieng, oben heraus lief. Bey dem andern Zuge ward das Wasser in der Röhre voller Bläselein, daraus man die Geschwindigkeit der Bewegung wahrnehmen konnte. Als das Wasser sich aufhörete zu bewegen und in der Röhre stille stund, indem bey verschlossenem Hahne der Stempel aus dem Rohre der Luft-Pumpe zum drittenmale heraus gezogen ward, wurden die Blasen groß, und erfülleten den ganzen Raum der Röhre nach ihrer Weite. Dadurch ward das Wasser in der Röhre getrennet, und die Luft setzte sich darzwischen. Dessen ungeachtet fuhr das Wasser oben in D mit der Luft, die sich darzwischen gesetzet hatte, zugleich heraus, als der Hahn von neuem eröfnet ward. Wie es zugehet, daß das Wasser aus dem Glase AB durch die Röhre CD in die Höhe steiget, ist zur Gnüge aus dem vorhergehenden (§. 88.) zu verstehen, und darf hier nicht wiederholet werden. Hier hat man blos darauf zu sehen, daß so gar wenig Luft das Wasser durch drey

Fig. 58.

Besondere Begebenheiten.

Schu-

Schuhe hoch in die Höhe treiben kan, indem sie Freyheit bekommt sich auszubreiten. Und unerachtet die Röhre CD sehr enge ist; so weiß man doch, daß das Wasser in ihr so starck widersiehet, als wenn es ein Cylinder von einer solchen Weite wie das Glas wäre (§. 57. . Nun hält das Glas im Diameter 9 Linien, und demnach ist es eben so viel, als wenn die Luft eine Kugel über 2 Schuhe hoch in die Höhe triebe, welche so schwer wäre wie ein Cylinder Wasser, der im Diameter 9 Linien hat und 3 Schuhe hoch ist. Wollen wir demnach die Schwere dieser Kugel genau erkennen, so dürfen wir nur den Inhalt dieses Cylinders suchen, und daraus ferner die Schwere des Wassers finden. Der Inhalt des Cylinders ist 19 75 Cubic-Linien, und demnach die Schwere $1\frac{1}{4}$ Pfund. Derowegen erkennet man aus gegenwärtigem Versuche, daß so wenige Luft, wie eine grosse Erbse, einen Cörper von $1\frac{1}{4}$ Pf. durch eine Höhe von 3 Schuhen treiben kan, wenn sie nur etwas Freyheit bekommt sich auszubreiten. Denn wir sehen, daß es gleich im Anfange geschiehet, wenn die Luft noch nicht gantz ausgepumpet ist, und daher auch noch der inneren im Gläslein widersiehet.

§. 99. Mathematischer Beweis von der Gröſſe der Kraft in der Luft.

§. 100. Ich habe nach diesem in das Glas AB anstatt des Wassers Queckſilber genommen, und anfangs eben so wenig Luft

Wie die Luft durch ihre ausdehnende

§. 100. Kraft mit der Queckſilber die Wage hält. Tab. VIII. Fig. 58.

Luft darinnen gelaſſen, wie bey dem Waſſer. Nachdem ich zu pumpen angefangen; iſt das Queckſilber kaum ein paar Zoll hoch in der Röhre in die Höhe getreten und daſelbſt ſtehen blieben, als das Waſſer ſchon oben in D heraus lief, und ſolchergeſtalt faſt über drey Schuhe geſtiegen war. Dieſes möchte einen anfangs befremden, daß das Queckſilber ſo niedrig ſtehen bleibet, da hingegen das Waſſer oben zur Röhre heraus laufet. Allein wir wiſſen, daß, da das Queckſilber bey nahe 14 mahl ſo ſchwer iſt als das Waſſer (§. 9.), die Luft das Waſſer 14 mahl ſo hoch treiben kan, als das Queckſilber. Wenn ſie demnach das Waſſer 3 Schuhe oder 30 Zoll hoch treibet, ſo muß ſie das Queckſilber nur etwas über 2 Zoll hoch treiben. Und ſtimmet gegenwärtige Erfahrung mit dem überein, was von der verſchiedenen Schwere des Waſſers und des Queckſilbers, und dem wagerechten Stande der flüßigen Materien oben erwieſen worden (§. 9.). Nachdem ich die Luft reine ausgepumpet, iſt das Queckſilber nicht höher als auf einige Zoll geſtiegen, und darüber nicht zu bringen geweſen. Wenn man es genau wiſſen wollte, dürfte man nur die Röhre CD in Linien ordentlich eintheilen. Allein da wir hier ohnedem nicht in dem Stande ſind es genau auszurechnen, wie hoch das Queckſilber

silber steigen muß, wenn die Luft reine ausgepumpet; so ist auch nicht nöthig den Versuch so gar umständlich anzustellen. Unterdessen lässet sich gar wohl begreifen, warum das Queckſilber nur auf eine so ganz geringe Höhe zu bringen Es ist wohl wahr, daß, indem durch ferneres Pumpen die Luft unter der Glocke mit der Röhre dünner gemacht wird (§. 80.), ihre ausdehnende Kraft geringer wird (§. 81.), und daher die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft im Glase weniger Widerstand findet. Allein so bald sie das Queckſilber weiter in die Höhe drucket, wird mehr Raum im Glase, wo sie eingeschlossen ist, und breitet sie sich dannenhero weiter aus. Hierdurch aber wird ihre eigene Kraft geschwächet (§ 81.), und kan sie dannenhero nicht mehr so viel Queckſilber ertragen, als von ihr würde geschehen seyn, wenn sich ihre Kraft nicht vergeringert hätte. Und demnach ist klar, daß, je mehr Luft darinnen gelassen wird, je höher kan das Queckſilber getrieben werden. Jedoch ist nicht möglich, daß es jemahls so hoch steiget als in einer oben zugeschmelzten Röhre, die von Luft leer ist, in der freyen Luft. Denn da die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft anfangs der Schwere der gantzen Luft gleich ist (§. 31. Aerom.); so ist sie so groß, als die Schwere des Queckſilbers

§. 100. Ursache davon.

§. 100. bers in der Torricellianischen Röhre in freyer Luft. Allein da sie sich durch einen grösseren Raum ausbreiten muß, wenn sie das Queckſilber in die Röhre treibet; so wird auch dadurch ihre ausdehnende Kraft geringer, als die Schwere der gantzen Luft, und solchergestalt muß sie weniger Queckſilber erhalten, als die Schwere der gantzen Luft in der Torricellianischen Röhre erhält. Derowegen da die Röhre bis 3 Schuhe hoch ist, das Queckſilber aber durch die Schwere der gantzen Luft nicht 2½ Schuh hoch erhalten wird (§. 90.); so ist nicht möglich, daß es wie das Waſſer oben zur Röhre in D heraus steigen kan. Unterdessen wenn das Gefäſſe AB in Ansehung der Röhre sehr weit ist, kan das Queckſilber in der Röhre CD so hoch steigen, daß seine Höhe von derjenigen nicht mercklich unterschieden ist, die es in der freyen Luft erreichet. Hiermit stimmet Vernunft und Erfahrung mit einander überein. Ich habe ein viereckichtes Glas genommen, das 15 Linien ins gevierte breit war: die Röhre aber war im Diameter nur eine Linie weit. Da ich dieses Gefäſſe unter die Glocke mit der langen Röhre brachte, war kein mercklicher Unterscheid unter der Höhe des Queckſilbers, die es durch die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft im Glase erreichte, und unter der die in der

Wie man durch die ausdehnende Kraft der Luft das Queckſilber so hoch bringet, als es die Schwere der gantzen Luft erhält.

der freyen Luft in der Torricellianischen zu spüren. Nun gehet so viel Queckſilber aus dem Gefässe heraus, als in die Röhre hinein steiget, und demnach verhält sich die Höhe des Queckſilbers in der Röhre CD zu der Höhe im Gefässe AB, um welche es darinnen abgenommen, wie die Grundfläche des Glases zu der Grundfläche der Röhre, das ist, bey nahe wie 225 zu $\frac{3}{4}$ (§. 580. Geom. Lat & . 147. 148. Geom.), oder wie 900 zu 3, oder wie 300 zu 1 (§. 74. 75. Arithm.). Es stehet aber das Queckſilber in der Torricellianischen Röhre unter der Schwere der ganzen Luft ohngefehr 231 Linien hoch (§ 90.. Derowegen wenn es auch durch die ausdehnende Kraft der Luft so hoch getrieben würde, dürfte es im Gefässe nicht viel über $\frac{3}{4}$ von einer Linie abnehmen. Weil nun hierdurch die ausdehnende Kraft im Gefässe nicht mercklich verringert wird (§. 81.); so muß es auch das Queckſilber so hoch treiben, wie es in der Torricellianischen Röhre stehet, und kan sich kein mercklicher Unterscheid zeigen. Wenn man diesen Versuch anstellet, so muß alles in der Luft-Pumpe wohl verwahret seyn, damit nirgends Luft hinein dringen kan, und absonderlich muß auch die Röhre CD in das Gefässe feste eingekittet seyn: denn weil die Luft von dem Queckſilber in der Röhre starck gedrucket wird (§. 57.); so dringet sie leicht durch,

§. 100. Mathematischer Beweis davon.

Vorsichtigkeit bey dem Versuche.

§. 100. wo sie nur das geringste Löchlein finden, oder auch selbst durchbrechen und eines machen kan. Derowegen habe ich wohl eher gefunden, daß der Kütt bey dem ersten Zuge gehalten, bey dem andern aber nachgegeben, und die Luft durchgelassen: welches man daraus abnimmt, wenn das Queckſilber aus der Röhre CD wieder zurücke fället. Die Ursache ist diese, weil der Druck bey dem ersten Zuge geringer ist, als bey dem andern; bey dem andern aber gar mercklich zunimmt (§. 57.).

Warum Sengwerd die Schwere der Luft zu groß heraus gebracht.

§. 101. Ich habe oben (§. 86.) erinnert, es habe Sengwerd die Verhältniß der Schwere der Luft zu dem Wasser zu groß heraus gebracht, weil er sie auf eine unrichtige Weise gesucht, und es versprochen an seinem Orte zu zeigen. Da wir nun jetzt in dem Stande sind solches zu thun, so soll es auch geschehen, ehe wir weiter fortgehen. Sengwerd hat eine Kugel nicht gantz reine ausgepumpet, und nach diesem durch den eröfneten Hahn das Wasser hinein quellen lassen (§. 98.). Er hat die Kugel mit Luft gewogen, ehe sie ausgepumpet gewesen, und daher erfahren, wie viel Luft ausgepumpet worden. Endlich hat er zum drittenmahl die Kugel mit dem Wasser gewogen, und ist dadurch inne worden, wie viel dasselbe Wasser gewogen. Weil er nun

Wie er seinen Versuch und die Rechnung angestellet.

an-

angenommen, daß so viel Wasser in die Kugel hinein gehe, als man Luft heraus pumpet; so hat er die Schwere der ausgepumpeten Luft zu der Schwere des an ihre Stelle hinein gequollenen Wassers für die Verhältniß der Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers angenommen. Allein hierinnen hat er sich anfangs betrogen, daß so viel Luft heraus gepumpet worden, als Wasser hinein gequollen. Denn die Luft, so noch in der Kugel über dem Wasser ist, hält mit dem Wasser, so hinein gequollen, zugleich den wägerechten Stand mit der Schwere der gantzen Luft, und bleibet daher dünner als die äussere (§. 94.). Derowegen nimmt sie mehr Raum ein als eben so viel Luft anfangs in der Kugel einnahm, ehe man einige heraus pumpete, und demnach gehet weniger Wasser in die Kugel als Luft heraus gepumpet worden. Z. E. Wenn $\frac{3}{4}$ von derjenigen Luft, die darinnen war, aus der Kugel wäre ausgepumpet worden; so bliebe nach Sengwerds Meinung noch $\frac{1}{4}$ von dem Raume der Kugel mit Luft erfüllet, und die übrigen $\frac{3}{4}$ davon nähme das Wasser ein. Und so sollte es seyn, wenn man nach der Sengwerdischen Manier die Verhältniß der Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers bestimmen will. Allein wenn Luft und Wasser in der Kugel zugleich ist,

§. 101.

Erstes Versehen.

§. 101. und die Luft stehet oben darüber, so nimmt sie weit mehr als den vierten Theil von dem Raum der Kugel ein, und daher das Wasser weit weniger als $\frac{3}{4}$ davon. Derowegen hat man zu wenig Wasser in der Kugel: welches gleich viel austräget, indem die Luft sehr leichte und das Wasser hingegen sehr schwer ist (§. 86.). Ueber dieses wissen wir auch schon aus dem vorhergehenden (§. 98.), und werden es nach diesem noch deutlicher zeigen, daß viel Luft aus dem Wasser heraus gehet, und dannenhero nach diesem die Luft über dem Wasser vermehret. Nun dürfte man zwar sagen, diese Luft gehörete zu dem Wasser, und würde auch in der That ihre Schwere zu der Schwere des Wassers gerechnet. Allein es kommt hier nicht auf die Schwere, sondern auf den Raum an, den die Luft über dem Wasser einnimmt. Die Schwere ist was sehr geringes, und dürfte öfters wohl kaum einen Gran austragen: aber der Raum, den die Luft ausser dem Wasser einnimmt, ist merklich unterschieden von demjenigen, den sie innerhalb demselben einnimmt. Wenn das Wasser in einem Orte ist, wo die Luft ausgeleeret worden, kan man die Blasen innerhalb dem Wasser sehen: so bald aber wieder Luft hinein kommet und auf das Wasser drucket, verschwinden sie auf einmahl. Derowegen

Anderes Versehen.

muß-

müssen sie grösser seyn, indem sie aus dem Wasser heraus gehen, als wenn sie darinnen verborgen bleiben, und demnach nimmet die Luft ausser dem Wasser mehr Raum ein, als innerhalb demselben. Ja da ich angemercket und künftig noch umständlicher solches anzeigen werde, daß die Luft sich noch mehr ausbreitet, wenn sie aus dem Wasser heraus kommt; so könte vielleicht auch dieser Ursachen halber die Luft über dem Wasser noch mehr Raum einnehmen, als innerhalb demselben. Ich rede aber mit Fleiß zweifelhaft, weil die Grösse des Raums, den die Luft über dem Wasser einnimmt, durch die Schwere der äusseren Luft und des in der Kugel enthaltenen Wassers determiniret wird (§. 95.); welches alles, in was für einem Maasse es geschiehet, sich hier nicht genau bestimmen lässet. §. 101.

§. 102. Es ist eine bekannte Sache, daß, wenn man ein Glas, das allenthalben zu ist, und nur eine enge Eröfnung hat, gerade umkehret, und in dieser Lage vor sich hält, nicht der geringste Tropfen Wasser heraus lauft; sondern das Wasser vielmehr darinnen verbleibet, als wenn es gar keine Schwere hätte. Die Ursache ist leicht zu errathen, wenn man dasjenige inne hat, was durch die vorhergehende Versuche ausgemacht worden. Wir wissen nemlich, daß die Luft das Wasser 31 bis 32

Warum das Wasser aus einem Glase nicht heraus lauft, so eine enge Eröfnung hat.

§. 102. Schuhe hoch durch ihren Druck in der Höhe erhalten kan, wenn es in einem Behältnisse ist, welches oben fest verwahret, damit keine Luft daselbst darauf drucken kan (§. 89.). Derowegen kan sie vielmehr das Wasser einen und den andern Zoll hoch erhalten in den Gläsern, wovon die Rede ist. Nun gehet es nicht an, daß Luft und Wasser in einer engen Eröfnung einander ausweichen, und daher ist es auch nicht möglich, daß das Wasser heraus laufen kan. Daß dieses mit eine Ursache sey, erhellet daraus, weil man die Gläser mit engen Eröfnungen beugen darf, wenn man verlanget, daß Wasser heraus laufen soll; in welchem Fall man augenscheinlich siehet, daß die Luft zugleich hinein und das Wasser heraus gehet. Derowegen wenn man das Glas zu starck beuget, daß sich die innere Eröfnung des Halses versetzet, und dadurch wiederum verhindert wird, daß Luft und Wasser einander ausweichen können; so gehet abermahls kein Tropfen Wasser weiter heraus. Und aus dieser Ursache mag man eine enge Röhre mit einer Kugel, die voll Wasser ist, so schief halten als man will; so läuft doch kein Tropfen Wasser heraus: denn in einer Röhre, die auch nur etliche Zoll lang ist, kan Wasser und Luft niemahls einander ausweichen, sie mag liegen wie sie will, wenn

Daß Luft und Wasser in einer engen Eröfnung einander nicht weichen können.

Warum aus einer schief liegenden engen Röhre kein Wasser läuft.

wenn nicht etwan ein kleines Bläselein §. 102.
hinein kommt, welches die gantze Röhre nach ihrer Weite nicht erfüllet, damit neben ihm das Wasser zur Seite noch herunter fliessen kan. Ja man wird auch finden, wenn man nur genau darauf Acht hat, daß, wenn eine Blase Luft durch das Wasser in einer Röhre in die Höhe steiget, dieselbe nicht kugelrund verbleibet, sondern vielmehr oben etwas länglicht wird, damit das Wasser neben ihr herunter kommen kan, indem sie hinauf fähret. Auch findet man, wenn das Bläselein geschwinde in die Höhe steiget, daß es zittert: welches anzeiget, daß es von der Höhe wieder etwas hernieder und von einer Seite gegen die andere gestossen wird. Und eben aus dieser Bewegung erhellet, daß Luft und Wasser einander in einem engen Orte nicht wohl ausweichen können. Damit man nun desto mehr versichert seyn möchte, daß in allem die wahre Ursache angegeben: so habe ich eine Kugel AB mit einer engen Röhre CB, die nemlich im Lichten nicht viel über eine Linie war, voll Wasser gefüllet. Damit es desto geschwinder geschähe, habe ich es vermittelst der Luft-Pumpe gethan (§. 97.). Und weil daselbst eine Blase Luft in der Kugel verblieben, welche durch die Röhre, so voll Wasser war, nicht heraus gehen konte, aus vorhin

Wie kleine Bläslein darinnen hinauf steigen.

Tab. IX. Fig. 59. Die gegebene Erklärung wird durch einen Versuch bestätiget.

§. 102. Wie die Luft in engen Röhren durchs Wasser zu bringen.

gezeigter Ursache: so habe ich einen Drath durch die Röhre bis in die Luft gestecket, und die Kugel ein wenig geschüttelt, damit die Luft an dem Drathe nach und nach in die Höhe stieg. Und sahe man hier, wie die Blasen von dem Drathe in der Mitten eingedruckt worden, daß sie daselbst keine Dicke behielten. Als ich die Luft heraus hatte, füllete ich den leeren Raum in der Röhre durch Hülfe eines kleinen Stechhebers (§. 90.). Diese Kugel habe ich unter einer Glocke dergestalt aufgehangen, daß die Röhre mit ihrer Eröfnung C gerade unter sich gieng, und nach diesem die Luft weggepumpet. Da denn das Wasser nach und nach heraus gefallen, so bald die Luft genung heraus gepümpet worden. Denn weil die gantze ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke, als welche so groß ist wie die Schwere der gantzen Luft, das Wasser 31 bis 32 Schuhe hoch erhalten kan (§. 89.); so muß freylich dieselbe sehr dünne gemacht, und dadurch ihre Kraft sehr geschwächet werden, ehe das Wasser schwerer wird als sie, und daher durch sie nicht mehr zurücke gehalten werden kan (§. 81.). Ich habe auch einen Theil von einer engen Röhre, die oben zugeschmelzt gewesen, mit Wasser gefüllet unter der Glocke aufgehangen: so ist gleichfalls das Wasser heraus gelaufen, indem die Luft

Anderer Versuch.

her-

heraus gepumpet geweſen. Es iſt gut, wenn man zu dieſen Verſuchen Waſſer braucht, welches von der Luft vorher gereiniget worden, wie unten (§. 148.) angewieſen wird. Denn ſonſt entſtehen Blaſen im Waſſer und ſteigen in die Höhe oder verſetzen die Röhre: wodurch verſchiedenes anders erfolget, als ſonſt geſchehen würde, weil die Luft bey anhaltenden Auspumpen ſich durch ihre ausdehnende Kraft weiter ausbreitet (§. 80.). §. 102. Erinnerung.

§. 103. Indem ich dieſes erwogen, habe ich vermeinet, es würde auch das Waſſer aus einem Gefäſſe mit einer weiten Eröfnung, ſie möchte ſo weit ſeyn als ſie immer wolte, nicht heraus laufen, wenn man nur verhindern könte, daß Luft und Waſſer nicht einander ausweichen könten. Nun iſt wohl wahr, daß ſolches nicht geſchiehet, wenn die Eröfnung im Waſſer ſtehet: denn weil die Luft ſo gar viel leichter iſt als das Waſſer (§. 86.), das leichtere aber durch das ſchwerere nicht niederſteigen kan (§. 16.); ſo iſt auch nicht möglich, daß die Luft durch das Waſſer niederſteigen kan: welches gleichwohl geſchehen müſte, wenn ſie in ein Gefäſſe kommen ſollte, deſſen Eröfnung unter das Waſſer getauchet iſt. Allein ich habe verlangt ſolches in freyer Luft auſſerhalb dem Waſſer zu bewerckſtelligen. Ich habe dem- Warum das Waſſer aus einem Gefaſſe nicht heraus läuft, ſo umgekehret wird, wenn es nur mit einem Papiere zugedeckt.

§. 103. demnach anfangs ein Bier-Glaß im Diameter etwas über zwey Zoll voll Wasser gegossen, und ein Papier statt eines Deckels darauf geleget, jedoch daß das Papier nur rings herum über den Rand ein wenig hervor ragete. Dieses Papier habe ich mit der lincken flachen Hand fest angedruckt, mit der rechten das Glas in der mitten gefasset, die lincke Hand geschwinde gewendet, daß sie unten und der Boden in die Höhe zu stehen kommen, nach diesem das Glas mit der rechten Hand zum Aufheben bequemer gefasset, und es so dann gerade auf in die Höhe gehoben; so ist das Papier liegen blieben und kein Wasser heraus gelaufen. Man muß aber genau Achtung geben, daß nicht irgendswo an dem Rande das Papier Falten bekommt, und darzwischen Luft und Wasser einander ausweichen können. Man siehet auch, wie in der Mitten das Papier etwas tief eingebogen wird, damit es von innen das Wasser überall gantz genau berühret. Nach diesem habe ich höhere cylindrische Gläser genommen, von eben dieser Weite und noch weiter, mit eben dem vorigen Fortgange. Ich habe es mit Gläsern versuchet, deren Diameter im Lichten bis viertehalb Zoll gewesen, und eben denselben Fortgang verspüret. Der Haupt-Vortheil dabey ist, daß das Papier über-

Handgrif.

Vorsichtigkeit.

all

all recht anlieget, und um den gantzen Rand herum Nässe ist, und das Glas gemächlich und fein gerade in die Höhe gehoben wird. §. 103.

§ 104. Wenn ein Glas mit einer engen Eröfnung nicht gantz voll ist, und daher, indem es umgewendet wird, etwas Luft oben über dem Wasser bleibet; so laufen anfangs einige Tropfen heraus, indem man es umgewendet: nach diesem aber bleibet das übrige Wasser alle wie vorhin (§. 102.) darinnen. Die Ursache ist aus dem vorhergehenden leicht zu errathen; ja in der That schon in ähnlichen Fällen (§. 95. 97.) angezeiget worden. Nemlich anfangs ist die Luft über dem Wasser so dichte, wie die äussere, indem sie sich von der äusseren abgesondert, als das Glas umgewendet worden, und dannenhero ihre ausdehnende Kraft einerley mit der Kraft der äusseren (§. 81.), folgends der Schwere der gantzen Luft gleich (§. 31. Aerom.). Da nun das Wasser in dem Glase auch seine Schwere hat; so ist die ausdehnende Kraft der Luft mit ihr der Schwere der gantzen Luft überlegen, und demnach beginnet das Wasser heraus zu laufen. Indem dieses geschiehet, wird der Raum über dem Wasser gröſſer, und solchergestalt breitet sich die Luft weiter aus (§. 80.), wodurch ihre aus-

Warum unterweilen etwas Wasser aus den umgekehrten Gläsern heraus lauft, ehe es stille stehen bleibet.

§. 104. ausdehnende Kraft vergeringert wird. Da sie nun nicht mehr allein der Schwere der gantzen Luft die Wage halten kan; so muß so viel Wasser in dem Glase zurücke bleiben, bis die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft und die Schwere des Wassers zusammen der Schwere der gantzen Luft gleich sind. Und hieraus lernet man, mit was für Behutsamkeit bey dem vorhergehenden Versuche zu verfahren (§. 103.), wenn etwas Luft über dem Wasser ist, indem man das Glas umkehret. Nemlich da auch in diesem Fall etwas Wasser heraus laufen muß; so muß man es erst von dem Papiere ablaufen lassen, indem das Glas umgekehrt auf der Hand stehet, und nach diesem dasselbe an dem Orte, wo es heraus gelaufen, an das Papier andrucken, ehe man es in die Höhe hebet.

Vorsichtigkeit bey dem vorhergehenden Versuche.

§. 105. Es erhellet aus allen Versuchen, die man mit gläsernen Glocken anstellet, daß, so bald die Luft ausgepumpet wird, dieselben gleich auf den ersten Zug mit dem Teller an der Luft-Pumpe fest zusammen halten, und eher können zerbrochen als loß gerissen werden. Wie solches zugehet, lässet sich durch die Druckung der Luft erklären. Wenn die Glocke auf den Teller gesetzet wird, so ist die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke

Warum die Glocke mit dem Teller fest zusammen hält, indem die Luft ausgepumpet wird.

Glocke der Schwere der gantzen Luft gleich (§. 31. Aerom.). Von aussen drucket auf die Glocke die Schwere der gantzen Luft, und von innen widerstehet ihr die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft. Derowegen weil beyde einander gleich sind; so vermag die äussere Luft mit ihrer Schwere wider die Glocke nichts auszurichten. So bald etwas Luft unter der Glocke weggepumpet wird, wird dadurch ihre ausdehnende Kraft geschwächet (§. 81.), und demnach widerstehet sie nicht mehr so starck der äusseren Luft, als sie drucket. Derowegen ist es eben so viel, als wenn die Glocke mit einer solchen Kraft angedrucket würde, die demjenigen Theile der Schwere der gantzen Luft gleichet, womit sie der ausdehnenden Kraft der eingeschlossenen überlegen ist. Und eben so groß muß das Gewichte seyn, damit man die Glocke loß reisset: welches geschiehet, wenn eben die Glocke mit Meßing eingefasset, daran ein Rincken ist, und vermittelst eines Strickes, den man dadurch gezogen, an die Wage angebunden, von der andern Seite der Wage aber auf die daselbst angehängte Schaale ein Gewichte geleget wird. Je mehr man Luft auspumpet, je dünner wird sie unter der Glocke (§. 80.), und je geringer wird ihre ausdehnende §. 105.

Kraft.

§. 105. **Kraft.** Nimmt diese ab, so wird auch ihr Widerstand gegen die Schwere der äusseren Luft immer geringer. Und demnach wird sie immer stärcker angedrucket, auch mehr Kraft erfordert sie loszureissen. So bald die Luft völlig ausgepumpet (denn das wenige, was etwan übrig bleibet (§. 98), ist eben so anzusehen, als wenn es nicht zugegen wäre): drucket die Luft mit ihrer gantzen Schwere auf die Glocke, und ist demnach eben so viel, als wenn sie durch eine Kraft angedruckt würde, die so schwer ist wie eine Wasser-Säule, welche mit der Glocke einerley Grundfläche hat, aber 31 bis 32 Schuhe hoch ist (§. 89.). Z. E. Ich habe eine kleine Glocke im Diameter 286 Linien weit eben mit Meßing einfassen lassen, damit ich sie an die Wage binden konte. Weil nun ihre Grundfläche 642 Linien hält (§. 168. Geom.); so ist der Inhalt der Wasser-Säule, die so starck als die Luft auf die Glocke drucket, 2054½ Cubic-Zoll (§. 221. Geom.). Derowegen da ein Cubic-Zoll 495 Gran wieget (§. 7.); so ist es eben so viel, als wenn die Glocke mit einer Kraft von 1016730 Gr. das ist, etwas über 135 Pfund angedrucket würde. Und demnach hat man 135 Pfund nöthig, wenn man sie von dem Teller loß reissen will. Weil nun von der andern Seite die Luft-Pumpe durch ihre Schwe-

re

re Widerstand thut (denn wenn sie leich- §. 105.
ter ist als das Gewichte, welches von der einen Seite ziehet, so wird sie mit in die Höhe gezogen); so ist es eben so viel, als wenn eine Kraft von 270 Pfunden erfordert würde, die Glocke und den Teller von einander zu reissen. Woraus man deutlich genung erkennet, warum die Glocke so feste an dem Teller hangen bleibet. Und weil eine kleine Glocke durch eine so grosse Kraft angedrucket wird; so kan man leicht erachten, wie gar vielmehr Gewalt erfordert werden muß, eine von den grossen Glocken loß zu reissen. Z. E. Eine von meinen grossen Glocken hält im Diameter 592 Scrupel, und wird demnach ihre Grundfläche gefunden 2751 Quadrat Zinien (§ 168. Geom.). Wenn man demnach dieselbe durch 32 Schuhe oder 3200 Scrupel multiplicirt, so bekommt man die Wasser-Säule, welche so schwer ist als die Luft, die auf die Glocke drucket (§. 89. Exper. & §. 221. Geom.), 8803 Cubic-Zoll. Und demnach ist es eben so viel, als wenn die Glocke mit einer Kraft von 581 Pfunden an den Teller der Luft-Pumpe angedrucket würde, und ein so grosses Gewichte müste man haben, wenn man sie von dem Teller loß reissen wolte. Es ist wohl wahr, daß, wenn man über eine kleinere Glocke eine grössere bringt, Einwurf wird beantwortet.

(*Experim. T. I.*). P und

§. 105. und die Luft aus der kleinen auspumpet, dieselbe gleichfalls feste an den Teller gedrucket wird, unerachtet die grosse blos darüber stehet, und nicht im geringsten angedrucket wird. Man darf sich aber so wenig über das erste als über das letztere verwundern, vielweniger aber gar daher argwöhnen, als wenn die Glocke nicht von der äusseren Luft angedrucket, sondern vielmehr von einer verborgenen Kraft angezogen würde. Denn es mag so wenig Luft zwischen den beyden Glocken seyn, als nur immer will; so hat doch dieselbe eben so eine starcke ausdehnende Kraft, als die Schwere der gantzen Luft austrägt (§. 31. Aërom.). Derowegen wird dadurch die Glocke eben so starck angedrucket, als wenn die Schwere der gantzen Luft darauf läge. Und aus eben dieser Ursache widerstehet auch die Luft zwischen den beyden Glocken durch ihre ausdehnende Kraft der Schwere der gantzen Luft, die auf der äussern Glocke lieget: in welchem Fall unmöglich ist, daß sie an den Teller angedruckt werden kan. Gleiche Bewandniß hat es mit der Blase, die nicht angedrucket wird, wenn man sie über die Glocke spannet, unerachtet diese starck an den Teller gedrucket wird. Denn es bleibet immer etwas Luft zwischen der Blase und der Glocke, welche verhindert,

Noch ein anderer Einwurf wird beantwortet.

daß

daß sie die äussere Luft nicht daran drücken kan. Unterdessen da die äussere Luft durch die Blase auf die Luft zwischen ihr und der Glocke und durch diese ferner auf die Glocke drucket; so kan die Blase im geringsten nicht hindern, daß die Glocke nicht mit voller Kraft solte angedrucket werden. Könnte man aber die Luft zwischen der Glocke und der Blase wegbringen; so würde sie an ihr so feste hangen bleiben, daß man sie nicht anders als mit der grösten Gewalt davon losreissen könnte, indem die Blase mit eben der Kraft an die Glocke gedrucket würde, mit welcher die Glocke an den Teller gedrucket wird. §. 105.

§. 106. Wer sich vorstellen will, wie die Luft die Blase an die Glocke drucken würde, wenn die Luft darzwischen weggepumpet würde; der darf nur folgenden Versuch mit der Blase anstellen. Oben auf dem Teller, der an die Luft-Pumpe angeschraubet worden, pflege ich eine gantz kurtze Röhre AB oben mit einem breiten Rande anzuschrauben, damit, wenn Wasser auf dem Teller ist, dasselbe nicht in die Luft-Pumpe hinein laufet, indem man die Luft auspumpet. An diese Röhre binde ich unter dem breiten Rande eine Blase dergestalt an, daß der Rand von der Röhre mit ihrer Öfnung in die Luft-Pumpe innerhalb der Blase ist. Zu diesem Ende habe ich

Wie die Luft eine Blase zusammen drucket, wenn die Luft ausgepumpet wird. Tab. IX. Fig. 60.

Handgrif.

§. 106. die Blase unten bey dem Halse ins Wasser geweichet, damit sie weich würde, und sich desto fester anbinden liesse. Denn dieses wird hauptsächlich erfordert, wenn der Versuch seinen Fortgang haben soll, weil sonst die Luft in die Blase von aussen leicht eindringet, und daher alles verderbet. Man kan auch die Blase eine Weile vorher anbinden, ehe man den Versuch anstellet, und sie nach diesem wieder trocknen lassen; so hänget sie unten an der Röhre so feste, daß man sie zerreissen muß, wenn man sie loß haben will. Nachdem die Blase feste genung an die Röhre angebunden gewesen: habe ich sie gerade in die Höhe gezogen, und oben feste gehalten, und sodann die Luft auf gewöhnliche Weise auspümpen lassen. So bald dieses geschehen, hat an demjenigen Orte, wo keine Luft darzwischen geblieben, die Blase so feste zusammen gehalten, daß man sie mit den Fingern nicht von einander reissen können. Wenn man aber Luft wieder darzwischen gebracht, entweder indem sie von neuem hinein gelassen, oder die etwan an einigen Orten noch übrige dorthin gedrücket worden; hat man sie so gleich wieder an demselben Orte von einander ziehen können, es mag auch so wenig Luft darzwischen kommen seyn, als man nur immer verlanget. Ich habe zwar die Blase auch blos an die Röhre gebunden,

Erinnerung.

wo

wo der Teller angeschraubet wird: allein so §. 106.
bald ich die Luft auspumpen wollen, hat die Luft die Blase, weil sie unten nicht weit genung von einander gewesen, in die Eröfnung der Röhre hinein gedrucket, und solchergestalt verhindert, daß die Luft aus der Blase nicht ausgepumpet werden konnte. Und dieses geschahe um so viel mehr, wenn unten die Blase noch naß und davon weich war, wo sie über die Röhre gieng. Um nun dieses desto eher zu verhüten, verlange ich, man solle die Blase an eine Röhre binden, die oben einen etwas breiten Rand hat, damit sie daselbst weit genung von einander bleibet, und die äussere Luft sie nicht so gleich bis an die Eröfnung der Röhre hinüber drucken kan, wenn man sie oben mit der Hand feste genung hält.

§. 107. Ob wir nun zwar keine Ursache haben zu zweifeln, daß die Glocke von der Luft angedrucket werde; so habe ich doch zum Ueberfluß zu dem Ende noch einen besondern Versuch anstellen wollen, damit wir diese Wahrheit desto ruhiger behalten möchten, wenn andere uns darinnen irre machen wollen, ja wir es bis dahin brächten, daß ein jeder sie einräumen muß, wenn er auch gleich nicht in dem Stande ist dadurch überführet zu werden, was aus Wahrheiten, die durch verschiedene Versuche nach und nach bestätiget worden, durch Folge-

Daß nichts als die Luft die leere Glocke an den Teller der Luft-Pumpe andrücket.

§. 107. Beschreibung der zum Versuche nöthigen Instrumenten.

rungen heraus gebracht wird. Ich habe zu dem Ende zu der kleinen Glocke, davon ich oben (§. 10.) Meldung gethan einen besondern Teller machen lassen mit einem platten erhabenen Rande, dessen Absicht bald mit mehreren erhellen wird. Diesen Teller habe ich auf einen besondern Hahn und vermittelst dieses Hahnes auf den Teller der Luft-Pumpe geschrauber: im übrigen auf den Teller ein nasses Leder geleget, und die Glocke darauf gesetzet. Als ich nun so viel Luft heraus gepumpet, als angehet, und sich nicht das geringste mehr wollte auspumpen lassen; habe ich ein Gestelle ABCDE mit einer Stell-Schraube F an den erhabenen Rand des kleinen Tellers IK angeschraubet. Dieses Gestelle hat unten einen in einen Bogen gekrümmeten Fuß DE, damit er sich nach dem erhabenen Rande des kleinen Tellers schicket. In der Mitten ist eine Krinne, darein der erhabene Rand des kleinen Tellers IK gantz genau passet. Und vermittelst dieses Fusses lässet sich das Gestelle durch die Stell-Schraube F an dem Rande des kleinen Tellers befestigen. An diesen Fuß ist ein dicker Drath von Meßing CBA angelöthet, der bis in B gerade aufgehet, nach diesem oben etwas in die Krümme gebogen wird, damit der Strick mit dem Hacken G gerade herunter auf den Rincken der kleinen

Tab. IX. Fig. 60. 61.

Glocke

Glocke L sich ziehen lässet. In B und A sind ein paar kleine meßingene Rollen befestiget, die sich daselbst gewöhnlicher massen um ihre Axen bewegen lassen. Ueber diese Rollen gehet ein starcker Bindfaden, an dessen beyden Enden G und H ein Hacken von Meßing gebunden. Der Hacken G fasset den Rincken L oben in der kleinen Glocke, damit sie sich heben lässet, wenn sie nicht mehr an den Teller gedrucket wird. An den andern Hacken H wird ein Gewichte M gehänget etwan von einem Viertel-Pfunde. §. 107.

Damit es nicht durch Erschütterung beweget, und dadurch an die grosse Glocke, welche über die kleine gedecket wird, anstossen und sie zerbrechen kan; so wird es von der einen Seite nach der Länge ausgehöhlet, bis es sich an den dicken Drath CA, der als eine kleine Säule hier anzusehen ist, schicket. Vorsichtigkeit.

Wenn dieses alles auf vorgeschriebene Weise geschehen, so pflege ich den Hahn von dem Teller der Luft-Pumpe, damit der Teller mit der kleinen Glocke angeschraubet ist, ein wenig los zu schrauben, damit die Luft daselbst zwischen der Schraube des Hahnes in die Röhre der Luft-Pumpe kommen kan, weil ich nicht erst eine besondere Röhre dazu habe wollen machen lassen. Denn sonst dürfte nur eine solche kleine Röhre, wie AB, mit einem Löchlein zur Seite in C gemacht werden, die Beschreibung des V. u. s. w. Tab. IX. Fig. 60.

§. 107. man auf den Teller schraubete, nachdem die Luft aus der kleinen Glocke heraus gepumpet, und der Hahn verschlossen worden. Ueber die kleine Glocke nebst vorhin erwehntem Gestelle decke ich eine grosse Glocke, und pumpe sodann die Luft aus der grossen Glocke heraus. Wenn die kleine Glocke reine ausgepumpet gewesen, auch währender Zeit, da man alle übrige nöthige Zurüstungen zu gegenwärtigem Versuche gemacht, keine Luft von neuem sich hinein schleichen kan; so gehet die kleine Glocke loß, wenn die uft aus der grossen reine heraus gepumpet worden. Hingegen wenn in der kleinen Glocke noch etwas Luft geblieben, oder währender Zurüstung etwas von aussen wieder hinein gedrungen; so gehet die Glocke von dem kleinen Teller schon los, und wird von dem daran hangenden Gewichte in die Höhe gezogen, ehe die grosse Glocke gantz reine ausgepumpet worden. Aus diesem Versuche erhellet allerdings, daß die von der Luft ausgeleereten Glocken durch die äussere an den Teller der Luft-Pumpe angedrucket werden. Wir sehen ja, daß die kleine Glocke, wenn die innere reine ausgepumpet worden, so feste an dem kleinen Teller hänget, daß sie nicht anders als durch ein Gewichte von 135 Pfunden davon kan los gerissen werden (§. 105.). Hingegen so bald die äussere Luft weggepumpet wird;

Erklärung des Versuches.

kan

kan sie ein Gewichte in die Höhe ziehen, welches ein klein wenig schwerer ist, als sie, z. E. ein viertel Pfund, wenn die Glocke weniger wieget. §. 107.

Einwurf wird beantwortet.

Wer wolte demnach zweifeln, daß die Luft diejenige Ursache sey, welche die Glocke andrucket? Es ist wohl wahr, man könte sagen, die Kraft, so in einem von Luft ausgeleereten Raume ist, die Glocke an sich zu ziehen sey grösser in einem grossen und kleiner in einem kleineren Raume. Der Raum aber unter der grossen Glocke sey grösser als der unter der kleinen, und demnach behalte die in ihm sich aufhaltende Kraft die Oberhand. Allein zu geschweigen, daß man eine Glocke über die kleine decken könnte, daß der Raum zwischen ihr und der kleinen nicht grösser wäre, als der unter der kleinen; so hat man hier zu erwegen, daß man diesem Einwurf deswegen keinen Platz einräumen dürfe, weil wir zur Gnüge aus dem vorhergehenden wissen, daß die Luft schwer sey, und wie andere flüßige Materien durch ihre Schwere drucket, und wir solchergestalt hier etwas wegnehmen, was geschickt ist eine Ursache abzugeben. Derowegen ist uns genung, wenn wir erfahren, die Würckung höre auf, wenn sie weggenommen wird. Was die besondern Umstände dieses Versuches betrift; so können sie aus dem vorhergehenden gar wohl verstanden werden. Wenn

Erklärung der besondern Umstände des Versuches.

§. 107. noch Luft unter der grossen Glocke ist, so erfüllet sie allezeit den Raum der gantzen Glocke (§. 80.), und wird nur ihre ausdehnende Kraft geringer, als wenn mehrere darinnen ist (§. 81.). Derowegen drucket die Luft unter der grossen Glocke noch auf die kleinere, ob zwar viel weniger als anfangs, da ihre Kraft grösser war. Ist nun unter der kleinen Glocke gar keine Luft, oder doch nur so wenige, daß eben so viel ist, als wenn keine darunter vorhanden wäre; so widerstehet dem Drucke der Luft unter der grossen Glocke, die auf die kleine drucket, nicht das geringste, und demnach hindert nichts, warum sie nicht an deren Teller sollte angedrucket werden (§. 105.). Derowegen kan sie nicht eher los gehen, als bis sie nicht mehr angedrucket wird, folgends alsdann erst, wenn keine Luft mehr unter der grossen Glocke ist. Hingegen wenn unter der kleinen Glocke noch etwas Luft vorhanden, so widerstehet sie auch noch nach Proportion ihrer ausdehnenden Kraft der Luft unter der grossen Glocke. Weil nun durch das Auspumpen die ausdehnende Kraft der Luft unter der grossen Glocke beständig verringert wird (§. 81.); so muß sie einmal der Kraft der Luft unter der kleinen Glocke gleich werden. Derowegen wenn die unter der kleinen Glocke so viel widerstehet, als die unter der grossen drucket; so vermag

diese

dieſe die kleine Glocke nicht länger an ihren Teller anzudrucken, und daher gehet ſie los, ob gleich noch Luft unter der groſſen Glocke iſt. §. 107.

Warum dieſer Verſuch angeſtellet wird.

Vielleicht werden einige meinen, es ſey überflüßig erſt durch einen beſondern Verſuch zu zeigen, daß die Luft die Glocke an den Teller andrucke, wenn die unter ihr ſich befindliche weggepumpet wird, indem ſolches zur Gnüge aus demjenigen erhellet, was durch die vorhergehende Verſuche beſtätiget worden. Allein es iſt vor allen Dingen zu mercken, daß, wo Leute mit Vorurtheilen eingenommen ſind, man in Verſuchen nicht zu viel thun kan, wenn man ſie daraus bringen will, abſonderlich wenn ſie nicht geübt ſind demjenigen nachzudencken, was durch Schlüſſe aus andern hergeleitet wird, und öfters ein einziger Scrupel, den ſie ſich ohne Urſache machen, bey ihnen ſo viel vermag, daß ſie allen wohl gegründeten Schlüſſen keinen Platz geben, noch ſie anzuhören, vielweniger zu überlegen ſich entſchlieſſen können.

Erſte Urſache.

Andere Urſache.

Darnach müſſen wir uns auch entſinnen, daß ich gegenwärtige Verſuche keinesweges allein zu dem Ende anſtelle, damit wir dadurch zur Erkäntniß einiger Wahrheiten gelangen, die wir in Erklärung der natürlichen Begebenheiten als ſichere Gründe gebrauchen können; ſondern daß zugleich mit unſere Abſicht ſey zu zeigen, wie man mit Verſuchen

§. 107. chen verfahren soll, damit wir in sich ereignenden Fällen geschickt werden auf nöthige Versuche zu dencken.

Warum die Glocken nicht zerdruckt werden.

§. 108 Weil nun die Luft auf eine Glocke so gar starck drucket, und gleichwohl dieselbe eben nicht sehr dicke sind; so sollte man vermeinen, die Gläser würden in Stücke gedrucket: welches doch gleichwohl nicht geschiehet. Unerachtet aber dieses einen anfangs befremden kan, so ist es doch nicht hinlänglich einigen Zweifel wider den Druck der Luft zu erregen. Denn wir wissen nicht, wie viel Kraft erfordert wird eine gläserne Glocke, oder Kugel entzwey zu drucken, absonderlich wenn sich die Kraft an die Glocken allenthalben anleget und nach Perpendicular-Linien gerade herunter drucket, wie bey einer flüßigen Materie, die durch ihre Schwere drucket, geschehen muß. Denn eine flüßige Materie nimmt die Figur eines jeden Cörpers an, darinnen sie ist, und schicket sich in die Figur eines jeden Cörpers, der in ihr ist: alle Materien aber, die schwer sind, drucken vermöge ihrer Schwere nach geraden Linien herunter (§. 1.). Derowegen da wir aus dem vorhergehenden zur Gnüge versichert sind, daß die Glocken durch die Luft angedrucket werden (§. 107.); so erkennet man vielmehr daraus, daß sie vermöge ihrer Figur einer so grossen Kraft, als die Schwere der Luft ist, wi-

der-

verstehen können. Denn die Glocken und Kugeln sind wie Gewölber: wir wissen aber aus der Erfahrung, daß ein Gewölbe oder gewölbter Bogen einer Last widerstehen kan, der eine platte Decke oder ein gerader Sturtz weichen muß. Es könnte wohl seyn, daß eine Kugel zerdrucket würde, wenn man sie mit weit wenigerem Gewichte beschwerete, als die Schwere der ganzen Luft austräget: allein dieses kan uns nicht befremden Denn es ist ein grosser Unterscheid unter dem Drucke der Luft und dem Drucke eines Gewichtes. Das Gewichte drucket nur auf einen kleinen Theil, indem eine Kugel von einem andern Cörper nur in einem Puncte berühret wird: hingegen die flüßige Materie zertheilet sich durch einen Raum, der so groß ist als der gröste Circul von der Kugel. Derowegen wenn man versuchen wollte, ob die Kugel einem so grossen Drucke widerstehen könne, als die Schwere der Luft ist, die auf sie drucket; müste man sie feste verwahren, daß kein Wasser hinein kan, und sie mit 32 Schuh Wasser beschweren, oder man müste auf ein Mittel dencken, wie der Druck eines Gewichtes durch einen so grossen Raum als der gröste Circul von der Kugel ist, zertheilet werden könnte. Allein es ist nicht nöthig auf dergleichen Weitläuftigkeiten zu dencken. Denn wenn man grosse

§. 108.

Ein Zweifel wird benommen.

Unterscheid des Druckes der Luft und eines Gewichtes.

§. 108 Warum viereckichte Flaschen zerspringen.

grosse viereckichte Flaschen nimmt, von ziemlicher Dicke, und die Luft anfanget auszupumpen: so springen sie in tausend Stücke entzwey, ehe noch alle Luft heraus ist. Sie sind mir öfters auf den *ersten* Zug gesprungen, ob zwar nicht im Augenblicke, jedoch in einer Zeit, da ich den Stempel nicht völlig heraus winden kan. Und hieraus erkennet man, daß bey den Glocken und Kugeln blos die Figur schuld daran sey, daß die Luft sie nicht zerdrucket. Unterweilen ist auch ein dicker Boden gesprungen: unterweilen aber ist er auch geblieben. Es ist bekannt, daß eine breite lange Fläche weniger widerstehet als eine schmale und kurtze. Derowegen springen auch die grossen und weiten Flaschen eher als die niedrigen und engen. Ja es könnte wohl geschehen, daß eine enge und niedrige Flasche gar nicht springet, absonderlich wenn die Seiten nicht recht eben, sondern vielmehr hin und wieder erhaben sind, oder auch überhaupt bauchich seyn, wie öfters zu geschehen pfleget. Und besinne ich mich, daß ich dergleichen Flasche selbst gehabt, die nicht zerspringen wollen, wenn auch gleich alle Luft heraus gepumpet worden. Wir wissen, daß die Luft ihre abgemessene Schwere hat (§. 90.), damit sie drucket, und also kan sie nicht alles zerdrucken, sondern blos dasjenige, was

Wenn die ausgepumpeten Flaschen nicht springen.

was ihr weniger widerstehet, als sie drucket. Es ist nicht nöthig, daß ich hier deutlich erkläre, wie es zugehet, daß die Luft die Flaschen entzwey drucket: ich habe schon zur Gnüge wiederholet, wie die in dem Gefässe, welches man auspumpet, auf jeden Zug dünner (§. 80. und dadurch ohnmächtiger (§. 81.) wird dem Drucke der ausseren zu widerstehen. §. 108.

§. 109. Damit man aber erkennen möchte, daß die Luft, wie andere flüssige Materien (§. 46. 50.), nicht allein unter sich, sondern auch über sich und nach der Seite drucket; so habe ich dazu folgendes Instrument gebrauchet. ABCD ist ein abgekürzter Kegel aus Meßing, der oben in CD zu, unten in AB aber offen ist. An der Höhe ist gar nichts gelegen. Die Weite ist besser, wenn sie groß, als klein ist: weil die Glas-Scheiben, die darauf gekittet und von der Luft zerdrucket werden, sich leichter zerdrucken lassen, wenn sie groß, als wenn sie klein sind. In meinem Instrumente ist der Diameter im Lichten AB nicht völlig 3 Zoll. In der Tiefe von ohngefehr zwey Linien wird inwendig ein Rand in der Breite von ohngefehr drittehalb bis drey Linien angelöthet, damit man ein paar Glas-Scheiben bequem über einander kütten kan. Oben in E ist eine Röhre EF, und dann ferner an die Röhre

Daß die Luft über sich und nach der Seite drucket.

Tab. IX. Fig. 63. Beschreibung des Instrumentes.

§. 109. Röhre ein hohler Würfel HI angelöthet, an deren beyder Grösse nicht viel gelegen. Hinten bey H ist in dem Würfel ein grosses Loch, darein die Röhre LN passet, welche so lang seyn muß als der Würfel HI, damit der Zapfen K zu dem kleineren Loche G heraus gehet, und die Röhre LN daselbst an dem Würfel hart anlieget. In K ist eine Mutter, damit man die Röhre LOP mit dem andern abgekürtzten Kegel QR an dem ersten ABDC und dessen Zugehör EFIH befestigen kan. Es wird aber an den Zapfen K, der viereckicht ist, die messingene Platte T nebst einem ledernen Ringe, der sich voll Unschlitt gezogen, gestecket, damit die Schraube S die Röhre feste anziehet, und darzwischen keine Luft in den hohlen Würfel kommen kan. Zu eben dem Ende wird ein solcher lederner Ring zwischen den meßingenen T und die Schraube S, ingleichen zwischen die Röhre LN und das Loch im Würfel HI bey H geleget. Damit aber der letztere an den Würfel sich feste andrucken lässet, so ist an die Röhre LO ein meßingener platter Ring MN angelöthet. Die Schraube S ist oben eingeschnitten, damit man sie feste anziehen, und, wenn sie feste angeschraubet, auch wieder los schrauben kan. In den Kegel QR ist gleichfalls inwendig ein kleiner platter Ring angelöthet zu Befestigung der Glas-Scheiben wie im grossen.

Die

Die Röhre MO wird so lang gemacht als die beyden halben Diametri der abgekürtzten Kegel AD und QR, damit der Kegel QR nicht an den andern CB stösset, wenn CB auf den Teller der Luft-Pumpe gesetzet, und QR unter sich gegen den Teller gewendet wird. Die Länge der Röhre OS mit der Höhe des Kegels QR muß so groß seyn wie die Röhre EF, damit man desto freyer einen Kegel nach Belieben wenden kan, wenn der andere auf dem Teller der Luft-Pumpe aufstehet. §. 109.

Beschreibung des Versuches.

Man kan die Glas-Scheiben an die Kegel ankütten, wenn man den innern breiten Rand mit Unschlitt von einem brennenden Lichte umfliessen lässet und die Scheibe daran drücket, auch nach diesem dieselbe von neuem oben an dem Rande rings herum mit Unschlitt umfliessen lässet. Allein weil im Sommer das Unschlitt nicht bald hart wird, wenn es warm ist, und auch sonst gar leicht die Luft einen Weg übrig behalten kan, wo sie durchdringet und den Versuch vergeblich machet; so brauche ich lieber Baumwachs dazu, welches ich um den innern platten Ring herum lege, darauf die Glas-Scheibe andrücke, und damit ich desto sicherer gehe, um den Rand sie noch oben verschmiere. Wenn ich nun solchergestalt die Glas-Scheiben an einem von den Kegeln befestiget und den andern an den Teller der Luft-Pumpe angedrü-

§. 109. cket: so ist gemeiniglich auf den ersten Zug die Glas-Scheibe in viele Stücke zersprungen, die mit vielen kleinem Staube in die Röhre hinein geschlagen worden, als ich die Luft ausgepumpet, die Scheibe mag oben von dem Teller weg, oder unten gegen den Teller, oder gegen die Seiten gestanden

Erklärung des Versuches. seyn. Weil nun aus dem vorhergehenden zur Gnüge bekannt ist, daß die Glas-Scheiben von der Luft zerdrucket werden (§. 108.); so sichet man hieraus, daß die Luft nicht allein unter sich, sondern auch über sich und nach der Seite drucket: welches wir zu

Handgrif. zeigen willens waren. Ich ziehe, wie bey andern Versuchen, also auch hier den Stempel aus der Luft-Pumpe bey verschlossenem Hahn heraus, damit der Druck der äusseren Luft auf einmal recht starck wird (§. 81.: Denn sonst wenn man ihn bey eröffnetem Hahn heraus ziehet, und die Luft sich nach und nach verdünnet, kan es geschehen, daß, wofern man absonderlich nicht geschwinde pumpet, die Glas-Scheibe nur einen Ritz bekommt, keinesweges aber in so viel Stücke gedruckt wird, als wie in dem vorigen Fall geschiehet. Eben diese Bewandniß hat es, wenn die Luft-Pumpe kleine ist.

Warum die Luft die untere §. 110. Ich habe auch zwo Glas-Scheiben über einander geleget, und sie mit dem Baum-

Baumwachse an dem Kegel ACDB dergestalt befestiget, daß keine Luft darzwischen in ihn kommen. Als ich den Stempel aus dem Rohre der Luft-Pumpe herausgezogen und den Hahn geöfnet, sind beyde Glas-Scheiben zugleich zersprungen: woraus man gesehen, daß die Luft starck genung gewesen beyde zu zerdrucken. Jedoch sind sowol die doppelten als einfachen Glas-Scheiben nicht allzeit gleich zersprungen, indem die Luft aus dem Instrumente in die Luft-Pumpe gefahren, sondern unterweilen erst ein wenig darnach, weil die Luft eine Weile nöthig hat, ehe sie das Glas beugen und endlich brechen kan, und zwar mehr, wenn sie viel, als wenn sie wenig Widerstand findet. Wenn ich aber den Stempel bey eröfnetem Hahn langsam heraus gezogen, und immer mit dem Winden etwas inne gehalten; so ist die untere Glas-Scheibe zuerst zersprungen und die obere gantz geblieben, weil nemlich alsdann die Luft noch nicht starck genung gewesen, beyde auf einmahl zu zerbrechen, indem solches geschehen, ehe der Stempel gantz heraus gewunden worden, und also die Luft noch nicht so dünne (§. 80), folgends auch nicht so schwach (§. 81.) in dem Instrumente worden, wie zu geschehen pfleget, wenn der Stempel aus dem Rohre so weit heraus ist, als man ihn heraus zu winden pfleget.

§. 110. Glas-Scheibe zerdrucken kan ohne Verletzung der oberen. Tab. IX. Fig. 63.

§. 110. Warum die untere Scheibe eher zerbricht, als die obere.

Wir dürfen uns aber nicht befremden lassen, daß die untere Scheibe eher entzwey gehet, als die obere, obgleich die Luft auf die obere drucket. Denn ehe die Scheibe springen kan, muß sie vorher gebogen werden. Da nun die Luft von aussen darauf drucket, so wird sie inwendig hinein gebogen und bekommt von innen eine erhabene Figur. Gleichwie aber ein Stock, der gebogen wird nicht von innen, wo die Theile zusammen gedruckt werden, sondern von aussen, wo sie am meisten ausgespannet werden, bricht; also muß auch das Glas von innen, wo es am meisten gedehnet wird, anfangen zu springen. Wenn demnach die Luft nicht starck genung ist beyde Glas-Scheiben zu zerbrechen; so kan wohl die innere springen und einen Ritz bekommen, wenn gleich die obere von aussen gantz bleibet. Solte es doch wohl angehen, daß, wenn das Glas dicke genung wäre, es von innen einen Ritz bekäme und von aussen gantz bliebe. Allein damit man desto weniger daran zweifeln dürfte, daß dieses die wahre Ursache sey, die ich angegeben; so habe ich von neuem zwey Glas-Scheiben über einander gekittet, und auf die obere mit dem Finger gedrucket, da denn gleichfalls die untere einen Ritz bekommen und die obere gantz geblieben.

§. 111.

§. 111. Den Druck der Luft weiter zu zu unterſuchen hat mir Anlaß gegeben, was ich oben überhaupt von dem Drucke flüßiger Materien erwieſen, nemlich daß die von leichterer Art mit denen von ſchwererer Art ihre Kraft zu drucken mit einander vereinigen. Damit ich nun auch dieſes von der Luft zeigen könnte; ſo habe ich folgendes Inſtrument dazu machen laſſen: ABCD iſt ein hohler Cylinder von Bleche oben in AB mit einem etwas vertieftem Rande, damit ich einen Bindfaden etlichemahl darum binden kan, weil ich es noch zu andern als dem gegenwärtigen Verſuche brauche, wie hernach mit mehrerem folgen wird. Die Höhe iſt etwas über 6, der Diameter im Lichten über viertehalb Zoll. In der Mitten EF iſt ein breiter Ring, von ohngefehr drittehalb Linien angelöthet. Darauf wird wie vorhin mit darauf geträufeltem Unſchlitte von einem brennenden Lichte, oder mit Baumwachſe, eine Glas-Scheibe angekittet, und der obere Theil AEFB mit Waſſer voll gefüllet. Als ich nach dieſem das Inſtrument auf den Teller der Luft-Pumpe gebracht, und bey dem erſten Zuge inne gehalten; ſo iſt die Glas-Scheibe, wie in der freyen Luft, in viel Stücke zerſprungen, davon einige gegen den Mittel-Punct ſpitzig zu geweſen, und mit den Spitzen nieder gebogen waren. Das Waſſer ſprü-

§. 111. Luft drucket durch das Waſſer.

Tab. IX. Fig. 64.

Beſchreibung des Inſtrumentes.

Beſchreibung des Verſuches.

§. 111. Erklärung desselben.

tzete auch etwas heraus, als dieser gläserne Boden entzwey gieng. Es ist aus dem vorhergehenden überflüßig klar, daß die äussere Luft die Glas-Scheibe entzwey drucket (§ 109), und daher kein Wunder, daß die Theile des Glases, die feste angekittet sind, hineinwärts gebogen seyn. Da nun die Scheibe, welche zerdrucket wird, unter dem Wasser ist; so siehet man, daß die Luft durch das Wasser durch drucket, nicht anders als wenn es gar nicht zugegen wäre. Unterdessen da gleichwohl das Wasser durch seine Schwere gleichfalls auf die Scheibe drucket, und also Luft und Wasser auf einerley Art und Weise drucken; so kan weder das Wasser der Luft widerstehen, noch auch gar müßig dabey seyn, und demnach erhellet, daß es mit der Luft seine Kraft vereiniget, und beyde insgesamt auf die Glas-Scheibe drucken, als wenn sie ein Cörper wären. Daß aber das Wasser oben in die Höhe heraus sprützet, indem das Glas zerspringet, scheinet anfangs nicht gleich klar zu seyn, woher es komme. Das Wasser drucket vermöge seiner Schwere niederwärts und fället nieder, wenn nichts seiner Bewegung widerstehet (§. 1.). Hier steiget es wider seine natürliche Schwere in die Höhe, und also muß ihm etwas diese Bewegung geben. Die Luft drucket es nieder, und also kan es dadurch nicht in die Höhe

Warum das Wasser heraus sprützet, wenn die Glas-Scheibe springet.

Höhe beweget werden. Unterdessen ist §. 111.
doch nichts vorhanden als die Luft, wovon die Bewegung kommen kan. Wir müssen demnach erwegen, daß, so bald die Glas-Scheibe unter dem Wasser bricht, die Luft mit einer Geschwindigkeit in den leeren Raum des Gefässes, wo die Luft durch das Auspumpen verdünnet worden (§. 80.) hinein dringen will. Es widerstehet ihr aber das Wasser, und ihre Kraft ist stärcker als die Schwere des Wassers im Gefässe (§. 89.). Da sie sich nun geschwinder als das Wasser beweget, und dieses ihr auf einmahl nicht ausweichen kan; so stösset sie es nach der Seite von sich weg, und dadurch sprützet es in die Höhe. Daher nehmen wir auch wahr, daß das Wasser nicht in der Mitten, wo die Glas-Scheibe gebrochen und das Wasser durchlässet, sondern zur Seiten heraus sprützet, und zwar nicht gerade in die Höhe, sondern nach einer etwas schiefen Richtung: denn sonst fiel das Wasser wieder zurück in das Gefässe, welches doch aber nicht geschiehet. Ingleichen finden wir, daß das Wasser stärcker heraus sprützet, wenn die untere Luft dünner ist, als wenn sie dichter ist, und folgends wenn die äussere Luft mit grösserer Kraft hinein dringet, als wenn sie eine geringere anwendet hinein zu dringen. Nemlich das Wasser sprützet stärcker, wenn die

§. 111. Scheibe auf den andern Zug erst springet, als wenn es gleich auf den ersten geschiehet. Es gehet hier eben so zu, als wenn man einen Stein behende ins Wasser wirft, oder mit einem Stocke behende darein schläget: wovon gleichfalls dasselbe von beyden Seiten heraus sprützet. Und ist solchergestalt diese Begebenheit hier zugleich mit erkläret worden.

Wie die Luft Cörper feste an einander drucken, als wären sie zusammen geleimet.

§. 112 Wenn man an das Leder auf dem Teller über der Eröfnung der Röhre, dadurch die Luft aus den auszuleerenden Gefässen in die Luft-Pumpe fähret, einen harten Thaler andrucket, den Stempel aus der Pumpe heraus windet und den Hahn eröfnet; so sieht man mit Augen, daß der Thaler an das Leder feste angedrucket wird, indem das Leder niedergehet und dem Thaler nachgiebet. Und alsdenn kan man den Thaler von dem Teller mit den Nägeln (denn anders kan man ihn nicht fassen) nicht los reissen: ob man ihn wohl nach der Seite fort schieben und dadurch los bekommen kan. Z. E ich habe einen Frantz-Thaler dazu genommen, der im Diameter 13½ Linie breit war, und also in seiner Fläche 143 Quadrat-Linien hielt (§. 106. Geom.). Demnach ist der Inhalt der Wasser-Säule, die so starck als die Luft auf den Thaler drucket, bey nahe 4576 Cubic-Zolle (§. 221. Geomet. & 89. Experim.).

Wie feste ein harter Thaler angedruckt wird.

Mathematischer Beweiß.

Und

Und solchergestalt ist es eben so viel, als §. 112
wenn der Thaler durch eine Kraft von 226462 Gr. §. 7.), das ist, von mehr als 30 Pfunden angedrucket würde. Derowegen ist es kein Wunder, daß man den Thaler mit den Fingern nicht los reissen kan. Die Luft drucket vermöge ihrer Schwere blos perpendicular herunter, und von einer Seite rings herum gegen den Thaler wie von der anderen. Derowegen findet man von ihr nach der Seite keinen Widerstand. Und lässet sich der Thaler wohl nach der Seite verschieben, ob er sich gleich nicht gerade von dem Teller los reissen lässet. Da die Luft gleich anderen flüßigen Materien über sich und nach der Seite drucket, eben so starck als unter sich (§. 109.); so mag man den Teller wenden, wie man will, wenn man ihn auf einen Hahn geschraubet, damit man ihn von der Luft-Pumpe abschrauben kan, indem der Thaler feste hält, und der Thaler bleibet einmahl so feste an dem Teller kleben, wie das andere. Weil mehr Luft auf eine grosse Fläche drucket, als auf eine kleine; so verstehet ein jeder gleich vor sich, daß wenn man an statt des Thalers eine breite Scheibe von Meßing AB nimmt, dieselbe auch viel fester angedrucket wird als der Thaler. Denn es sey der Diameter dieser Scheibe 4 Zoll; so verhält sich seine Fläche zu der Fläche des Thalers, der im Diameter 135

Warum man ihn nach der Seite verschieben kan.

Tab. IX. Fig. 65.

§. 112. Scr. hat (§. 165. Geom.), folgends auch die verschiedene Schweren der Luft, wodurch sie an den Teller angedrucket werden (§. 240. Geom.) wie 18225 zu 160000 (§. 147. Geom.), das ist beynahe wie 1 zu 9 (§. 75. Arithm.). Derowegen da der Thaler mit einer Kraft von 30 Pf angedrucket wird; so muß die Scheibe mit einer von 270 Pf. angedrucket werden. Lässet man oben einen Rincken C anlöthen; so kan man die Scheibe an einen Hacken anhängen und unten an den Hahn, daran der Teller befestiget, ein Gewichte befestigen, damit man siehet, wie die Rechnung zutrift. Oder man darf auch nur die Scheibe mit dem Rincken C an eine starcke Wage hängen, und den Teller feste halten, oder mit einem Stricke zurücke ziehen, um dem Gewichte auf der Wage-Schaale von der andern Seite zu widerstehen. Gvericke hat zu diesem Versuche einen künstlichern Rüstzeug erdacht, damit er die Würckung der Luft wunderbar machte, den er in oben angezogenem Orte beschrieben (a). Er hat nemlich ein kupfernes Gefässe, wie ein Stiefel zu einem Druckwercke ist, verfertigen lassen, und den Stempel vermittelst eines Strickes, der über zwey Rollen

Probe der Rechnung.

Gverickens Versuch.

gieng,

(a) Experim. de spatio vacuo lib. 3. c. 28. f. 110. Conf. Schottus in Techn. Curiosa lib. 1. c. 20. p. 44.

gieng, mit einer grossen Wage-Schaale, die mit 2686 Pfund von Gewichten beschweret war, zusammen aufgehangen. Als nun die Luft ausgepumpet worden; hat die äussere den Stempel nieder gedruckt, und die Wage-Schaale mit so vielem Gewichte in die Höhe gezogen. §. 112.

Warum ihn der Autor nicht nachgemacht.

Allein unser gegenwärtiges Vorhaben ist nicht die Druckung der Luft in die Verwunderung zu setzen: sondern vielmehr diese Wahrheit zu bestätigen, daß wenn die Luft zwischen zweyen Flächen weggenommen wird, die äussere die Cörper so feste an einander drucket, als wenn sie an einander geleimet oder gelöthet wären. Und weil hier die Luft nicht anders anzusehen ist als flüßige Materie die auf die Cörper drucket, welche in ihren Flächen einander berühren; so begreifet ein jeder, daß dieses von allen anderen flüßigen Materien zu verstehen ist, die auf die Cörper, welche sie umgeben, drucken, es mag solches geschehen, durch was für eine Kraft es nur immer wolle. Derowegen ist aus gegenwärtigem Versuche überhaupt klar, daß, wenn zwey Cörper einander berühren, und zwischen denen Flächen, an welchen sie einander berühren, die flüßige Materie ausgeschlossen wird, die sie gegen einander drücket, dieselben feste zusammen halten, als wenn sie an einander geleimet, oder gelöthet wären. Wolte man zeigen,

Allgemeiner Satz von dem Drucke flüßiger Cörper.

Digitized by Google

§. 112. gen, daß die Scheibe, welche so feste an dem Teller hält, und in der Luft nicht anders als durch ein so grosses Gewichte sich davon absondern lässet, gleich los gehe, und nicht mehr an ihm kleben bleibe, so bald die äussere Luft, welche darauf drucket, weggepumpet wird: so kan es auf eben diese Weise bewerckstelliget werden, wie wir es oben mit der Glocke, die an den Teller angedrucket wird, glücklich zu Stande gebracht (§. 107.). Allein da es eines ist, ob die Luft eine Glocke, oder eine Scheibe andrucket, so wäre es überflüßig, diesen Versuch anzustellen.

Wie man in Versuchen die Sache beurtheilen soll.

In Versuchen muß man sich gewöhnen die Sachen nach dem Verstande und nicht blos nach den Sinnen zu beurtheilen: denn sonst werden wir ohne Noth und öfters mit Verschwendung der Kosten, die man lieber auf andere Versuche hätte wenden können, die uns zur Erkäntniß anderer noch unbekannten Wahrheiten geführet hätten, die Versuche vervielfältigen, und durch viele nicht mehr lernen als durch einen.

Warum man von einer Sache vielerley Versuche machet.

Jedoch verwerfen wir nicht schlechterdings, daß man von einerley Sache vielerley Versuche anstellet: denn es können sich einige Fälle ereignen, da sie zu rathen sind, nemlich wenn sich besondere Ursachen zeigen, warum man dieses zu thun für rathsam erachtet. Z. E. wenn eine Wahrheit, als wie zu Gerickens Zeiten die Schwere der Luft und ihr

Druck

Druck war, nicht allein gantz unbekannt ist, §. 112.
sondern gar für ungereimt gehalten wird;
so kan es nicht schaden, sondern bringet viel-
mehr Vortheil, wenn man sie durch viele
Versuche und zwar durch solche bestätiget,
die sehr in die Augen fallen und diejenigen
in Verwunderung setzen, welche ihr keinen
Platz einräumen wollen: denn dadurch
werden ihre Vortheile, welche gar schwer
auszurotten sind, wo sie einmahl tief ein-
gewurtzelt, endlich gehoben. Unterweilen
zeiget auch ein Versuch immer etwas mehr-
rers als der andere, und bringen uns
viele zusammen zu deutlicher Erkänntniß
der Sache, als man einem durch einen
nicht gewähren kan. Ja hier ist nach un-
serer Absicht auch dienlich zu zeigen, wie
durch einen Versuch eine Wahrheit im-
mer besser bestätiget wird als durch den an-
dern.

§. 113. Es ist schon längst, ehe man die Warum zwey glatte Marmel feste zusammen halten.
Eigenschaften der Luft genau erkennen ler-
nen, bekannt gewesen, daß zwey glatte Mar-
mel so feste an einander halten, wenn sie ein-
ander an ihren platten Grund-Flächen be-
rühren, daß man sie nicht von einander reis-
sen kan, ob sie sich gleich nach der Seite ver-
schieben lassen. Ja man hat erkannt, daß
dieses auch mit anderer Materie angehet,
wenn sie glatt und eben geschliffen wird.
Benjamin Bramer, der seine kurtze Mei- Wie Bramer es
nung

§. 113. versucht und erkläret.

nung vom Vacuo oder leerem Orte zu Marpurg 1617 in 4. heraus gegeben, dazu ihm die Luft-Künste in der Hydraulick als einem fürstlichen Baumeister Anlaß gegeben hatten (a), hat dieses von zwey glatten Platten, die recht horizontal auf einander liegen, so daß keine Luft darzwischen kommen kan, überhaupt angemercket, daß sie schwerlich ein Mensch, ob er schon sehr starck ist, von einander reissen kan, wiewohl er nicht eigentlich zu sagen weiß, auf was für Art und Weise die Luft solches hindere, indem ihm zu seiner Zeit noch nicht bekannt war, wie sie vermöge ihrer Schwere drucket. Daher er denn blos (b) hinzu setzet, es geschehe deswegen, weil die Luft, so vornen ist, indem sie gerade aufgehoben werden, auch hinten seyn kan: welches so viel als nichts gesaget ist. Wir wissen die Art und Weise besser anzugeben, nachdem uns der Druck der Luft zur Gnüge bekannt worden. Es geschiehet nemlich auf eben die Weise, wie der Thaler und eine Platte an den Teller der Luft-Pumpe angedrucket wird, und ist dannenhero nicht nöthig solches hier noch einmahl zu wiederholen. Es wird ein jeder begreifen, daß es einerley sey, ob ich zwey Platten, z. E. aus

Wahre Erklärung.

(a) Vid. præf. p. 5.

(b) Vid. Tract. p. 12.

aus Meßinge, gantz glatt und eben schleife, §. 113.
oder ob ich sie, wie im vorhergehenden Versuche geschiehet, nur platt schlage und ein nasses Leder darzwischen lege, welches sich dergestalt zwischen den beyden ebenen Flächen zusammen drucken lässet, daß dadurch die Ungleichheiten der Flächen erfüllet werden, und es eben so viel ist, als wenn sie gantz genau auf einander passeten, und nirgends einigen Raum für die Luft übrig liessen. Unterdessen weil der Versuch mit den beyden polirten Marmeln sehr gemein ist, und überall, wo man von der Druckung der Luft redet, davon gedacht wird; so habe ich ihn auch nicht mit Stillschweigen übergehen wollen. Ich habe demnach zwey kleine Marmel von Cylindrischer Figur verfertigen, und in starcken Meßing mit starcken meßingenen Ringen einfassen lassen. Der Diameter AB halt etwas weniges mehr als einen Zoll, die Höhen BC und BE bis 13 Linien. Diese beyden Grund-Flächen AB sind glatt, daß sie genau auf einander passen. Wenn ich nun dieselben mit ein wenig Unschlitt beschmiere, jedoch mit gantz weichem, und sie aus einander reibe, daß alle Luft darzwischen weggehet, so hangen sie fest an einander, und können nicht ohne Mühe von einander gerissen werden. Nach der Seite aber lässet sich der obere Cylinder ABCD von dem untern

Tab. X. fig. 66. Genaue Beschreibung des Versuches.

§. 113. untern ABEF ohne Mühe wegschieben. Ich habe an den Rincken des unteren G ein Gewichte H von 16 Pfunden angehangen, und beyde Marmel mit dem Gewichte H bey dem Rincken I des oberen Cylinders ABCD in die Höhe gehoben; sie sind aber dessen ungeachtet nicht von einander gegangen. Nemlich wenn der Diameter AB blos ein Zoll wäre, so hielt die Grund-Fläche 78 Quadrat-Linie (§. 168. Geometr.). Und demnach wäre es eben so viel, als wenn beyde Marmel ABCD und FEBA von beyden Seiten durch eine Kraft von mehr als 16 Pfunden zusammen gedrucket würden: wie man auf die Art und Weise es ausrechnen kan, die oben in ähnlichen Fällen (§. 105.) da gewesen. Und demnach ist es kein Wunder, daß 16 Pfunde den unteren Marmel FEBA von dem oberen ABCD nicht haben losreissen können. Man siehet auch, warum man sie nicht ohne Mühe von einander reissen kan: denn es ist ja eben so viel, als wenn man mit jeder Hand ein Gewichte von mehr als 16 Pfunden heben und fort bewegen solte. Gleichwie man nun nicht zweifeln kan, daß die Druckung der Luft die wahre Ursache sey, warum sie so feste zusammen halten; so erhellet auch, wie vorhin (§. 112.), daß sie immer fester zusammen halten müssen, jemehr ihr Diameter AB vergrössert wird, und zwar die

Mathematischer Beweis.

Kraft

Kraft der Luft, dadurch sie zusammen gedrucket werden, in Proportion der Quadrate ihrer Diametrorum zunimmt. §. 113.

§. 114 Gleichwie wir aber vorhin (§. 107.) gesehen, daß die Glocke, welche von der Luft an den Teller gedrucket wird, gleich los gehet, wenn die äussere Luft weggepumpet wird: so ist auch kein Zweifel, daß die beyden Marmel, oder andere glatte Platten nicht mehr so feste zusammen halten können, wenn man sie unter eine Glocke hänget, und die Luft auspumpet. Ich habe dieses versuchet, und unten in G ein Gewichte von ein paar Pfunden angehangen, welches sie von einander gerissen, wenn die Luft grösstentheils ausgepumpet gewesen. Jedoch ist es auch wohl unterweilen geschehen, daß sie nicht von einander gegangen. Nemlich weil sie mit ein wenig Unschlitt beschmieret werden; so kan es geschehen, daß sie dadurch fester gleichsam zusammen geleimet werden, als eine Kraft von zwey Pfunden von einander reissen kan. Und demnach betrügen sich diejenigen, und richten wider eine sonst so überflüssig bestätigte Wahrheit von der Druckung der Luft nichts aus, wenn sie dieses als einen Beweis anführen wollen, daß die Luft nicht drucke, folgends ihr keine so grosse Schwere und ausdehnende Kraft zukomme, wie wir ihr zugeeignet. Damit man aber die Mar-

Wenn die Marmel im Luft leeren Raume von einander fallen.

Tab. X. Fig. 66.

§. 114. Wie sie unter der Glocke sicher aufgehängt werden. Tab. X. Fig. 67.

mel sicher unter der Glocke aufhängen kan und keine Gefahr ist, daß das Gewichte, wenn sie von einander gehen, an dieselbe anschläget und sie zerbricht; so hat man ein Gestelle dazu nöthig, dessen Beschaffenheit aus der Figur zu ersehen. Nemlich AB ist ein schmaler platter Ring aus Meßing, und C eine kleine meßingene Platte, in deren Mitte ein Hacken D befestiget, daran man die Marmel mit dem Gewichte aufhängen kan. Rings herum sind Stäbe von meßingenem Drathe oben und unten eingelöthet, die anfangs gerade aufgehen, nach diesem aber oben in die Krümme gebeuget sind, damit das Gestelle oben so weit verbleibet als wie es unten ist. In E ist der eine Stab an einem kleinen Arme dergestalt befestiget, daß man ihn unten in B herausziehen, und nach Gefallen in die Höhe heben kan, damit man desto bequemer in das Gestelle hinein greifen, und die Marmel mit dem Gewichte darinnen an den Hacken D aufhängen kan. Wenn nun gleich das Gewichte H im Auspumpen einen Schwang bekommt: so kan es doch nicht weiter als bis an die Stäbe stossen, und daher die Glocke nicht erreichen. Fället es auch endlich mit dem unteren Marmel ABEF gar herunter, so bleibet es doch innerhalb dem Gestelle liegen, und kan nirgends an die Glocke anstossen.

Fig. 66.

§. 115.

§. 115. Weil Gvericke die gewaltsame Druckung der Luft zuerst erfunden; so war es billig, daß er darauf bedacht war, wie er solche Würckungen zeigete, dadurch er jedermann in Verwunderung setzte, massen man es dazumahl für eine Sonnen-klare Sache hielt, daß die Luft leichte sey, und nicht die geringste Schwere habe, und ob zwar einige aus den Versuchen des Gallilæi und Torricellii überführet waren, man könne ihr eine Schwere beylegen, so glaubte man doch nicht, daß so gewaltsame Würckungen von ihr herrühren könten. Er lies demnach zwey halbe hohle kupferne Kugeln machen mit einem platten Rande, damit er eine auf die andere legen konte. Daß keine Luft zwischen der Fuge hinein kommen möchte, legte er einen nassen ledernen Ring darzwischen. Damit er endlich die Luft auspumpen konte, wurden sie mit einem Ventil versehen. Endlich rings herum kamen starcke Rincken, damit man Pferde daran spannen konte Als er nun ein paar dergleichen halbe Kugeln auf gehörige Weise zusammen fügte, die im Diameter $\frac{3}{4}$ von einer Magdeburgischen Elle waren, und die Luft heraus pumpete; konten 16 Pferde, deren 8 von einer jeden Seite angespannet worden, sie nicht von einander reissen. Als er nach diesem zwey grössere hatte machen lassen, die im Diameter eine gantze

§. 115. Wie die Luft zwey halbe hohle Kugeln zusammen drucket.

Warum und wie Gvericke den Versuch angestellet.

§. 115. Elle hielten, hat er sie mit 24 bis 30 Pferden kaum von einander bringen können (a). Wer Lust hat, kan die Kraft der Luft, wodurch sie zusammen gedrucket werden, auf eben die Art ausrechnen, wie oben bey den Blocken geschehen (§. 105.), und ich bald in einem Exempel nach unserem Maase zeigen will. Ich habe zwey halbe hohle Kugeln aus Meßing giessen lassen. Der Diameter im Lichten ist 636 Scr. die Dicke des Meßinges 22 Scr. und also der gantze Diameter 658 Scr. das ist, bey nahe 6 Zoll und 6 Linien. Rings herum ist ein Rand von 37 Scr. welcher von der Seite, wo die Kugeln zusammen gefüget werden, gantz platt ist. In der einen Kugel-Helfte gehet die Kugel über die platte Seite des Randes ein paar Linien hoch vor, in der anderen hingegen ist sie um so viel vertiefet, damit ein Theil auf den andern passet, und keiner von dem anderen abgleiten kan. Damit man einen Hahn hinein schrauben und die Luft auspumpen kan; so ist in die eine Helfte ein Loch mit einer Mutter gemacht. ABC stellet die eine Kugel-Helfte vor, wie sie von aussen anzusehen. AB ist der breite Rand, der von der andern Seite platt ist, wo die Kugel aufliegt, in C ist der starcke Rin-

Mein Versuch. Beschreibung der Halb-Kugeln.

Tab. X. Fig. 68.

(a) Experiment. Magdeb. lib. 3. c. 23. 24. f. 104. 105.

Rincken, daran sie aufgehänget wird, in D ist das Loch mit der Mutter, darein die Schraube geschraubet wird. Den Hahn habe ich nach seinen Theilen in der vorhergehenden Kupfer-Platte bey dem Teller mit der kleinen Glocke vorgestellet. DEH ist die andere Kugel-Helfte, DE der erhabene Rand, FG der breite Rand, in H der Rincken. Diese Kugel-Helften sind schon an sich sehr schwer: denn eine wäget über 13 Pfund. §. 115.

Wenn man die Wasser-Säule ausrechnen will, welche so schwer drucket als die Luft, wodurch diese Halb-Kugeln an einander gedrucket werden; so muß die Breite des Randes mit zu dem Diameter gerechnet werden: denn da die Luft nach Perpendicular-Linien gegen den Horizont drucket; so ist es eben so viel, als wenn an statt der Halb-Kugeln nur 2 Platten wären, die im Diameter so breit wären, als der gröste Circul der Kugel mit dem breiten Rande, daran sie einander berühren. Wenn man demnach den Diameter der Kugel 658 Scr. zu der Breite des Randes 37 addiret; so kommt der Diameter der Grund-Fläche von der verlangten Wasser-Säule 695 Scr. und demnach die Grund-Fläche 379175 Scr. das ist, bey nahe 3792 Quadrat-Linien (§. 168 Geom.), folgends der Inhalt der Wasser-Säule 11755 Cubic-Zoll (§. 221. Geom. & §. 89. Mathematischer Beweis.

§. 115. Experim. 1. Da nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gran wäget (§. 7.); so ist die Schwere der Wasser-Säule 5818725 Gr. oder etwas über 776 Pfund. Wenn man diese Kugeln von einander reissen will, so muß benderseits eine Kraft seyn, die über 776 Pfund ziehen kan. Und wenn man die Kugel an einen Hacken aufhängen, von der andern Seite aber an den Rincken eine Wage mit Gewichten anhängen will; so hat man nöthig sie mit 776 Pfunden und darüber zu beschweren, daß sie von einander gehen, wenn die Luft reine ausgepumpet ist. Man siehet leicht, daß man ein starckes Gestelle dazu nöthig hat. Guericke hat eines in seinem Hofe dazu machen lassen (b): allein weil es mir nach meinen Umständen bequemer ist ein Gestelle zu haben, welches ich aus einem Orte in den andern, und zwar bequem kan bringen lassen, so habe ich ein anderes bewegliches verfertigen lassen, welches ich hernach beschreiben will, damit gegenwärtige Materie durch diese Beschreibung nicht zu sehr unterbrechen wird. Ja weil es auch beschwerlich ist so viel Gewichte zu haben, oder zusammen zu tragen, als erfordert wird, wenn man sie von einander bringen will; so habe ich eine starcke Schnell-Wage verfertigen lassen,

Gebrauch der Schnell-Wage bey dem Versuche.

(b) Vid. Experim. de Vacuo l. c. f. 106.

sen, die ich gleichfalls hernach besonders beschreiben will. Denn da der grosse Arm 14 mahl so lang ist, als der kleine, und an sich mehr als 40 Pfund an dem kleinen Balcken im wagerechten Stande erhalten kan; so brauche ich weit weniger als den vierzehenten Theil des Gewichtes, welches sonst nöthig ist die halben Kugeln von einander zu reissen (§. 72. Mech.). Ich habe 776 Pfund nöthig sie ohne die Schnell-Wage von einander zu bringen. Wenn ich nun davon 40 abziehe, und den Rest 736 durch 14 dividire, so zeiget der Quotient, daß man mit 52$\frac{4}{7}$ Pfunden bey der Schnell-Wage auskommen kan. Die grossen Halb-Kugeln lassen sich nicht unter eine Glocke bringen, damit man die äussere Luft wegpumpen, und dadurch zeigen könte, wie sie durch ihre eigene Last von einander giengen, oder höchstens durch Hülfe eines gantz kleinen Gewichtes, wenn sie von dem Drucke der äusseren Luft befreyet werden. Derowegen habe ich noch kleinere machen lassen, die im Diameter (den Rand mit dazu gerechnet, weil wir solches in gegenwärtiger Rechnung nöthig haben, wie wir aus dem vorhergehenden gesehen) bey nahe 19 Linien haben, und im übrigen völlig so beschaffen sind, wie die grossen. Nach vorhergehender Rechnung wird die Grundfläche der Wasser-Säule, die mit der

§. 115.

Warum der Autor den Versuch auch mit kleinen Halb-Kugeln anstellet.

§. 115. Luft, welche die halbe Kugeln zusammen drucket, einerley Schwere hat, 28 Quadrat-Linien, und also der cörperliche Inhalt derselben (wenn man die Höhe 31 Schuhe annimmt) bey nahe 887 Zoll gefunden, folgends ist es eben so viel, als wenn diese halbe Kugeln von beyden Seiten beynahe durch eine Kraft von 58 Pf. zusammen gedrucket würden. Wenn sie demnach reine ausgepumpet werden, und ihrer zwey wollen sie von einander ziehen, so ist es eben so viel, als wenn ein jeder 58 Pfund ziehen solte.

Wie er von statten gegangen.

Da man nun die kleinen Rincken nur mit einem Finger fassen kan; so ist es kein Wunder, daß öfters zwey Personen sie nicht von einander reissen können: denn jedermann ist nicht so starck, daß er 58 Pfund mit einem Finger bequem in die Höhe heben kan. Unterdessen wenn ich Luft wieder hinein gelassen; hat sie ein jeder ohne Mühe von einander bringen können, indem sie von einander gegangen, wenn ich nur ein Gewichte von ein paar Pfunden angehangen. Man solte zwar meynen, daß sie von einander fallen müsten, so bald die äussere Luft hinein käme, weil die untere halbe Kugel durch ihre eigene Schwere sich von der grossen absondern müste. Allein man lässet den Rand der einen halben Kugel mit Unschlitt von einem brennenden Lichte umfliessen, damit durch die Fuge keine Luft kommen kan, und dieses

Warum sie nicht von einander fallen, wenn Luft hinein kommt.

ses verbindet öfters die halben Kugeln so §. 125.
feste mit einander, sonderlich nachdem sie durch die äussere Luft bey Herauspumpung der inneren feste angedrucket worden, daß auch zwey Pfund nicht mächtig sind sie von einander zu reissen. Unterdessen kommt die Grösse des Gewichts, so in diesem Fall erfordert wird, bey weitem nicht den 58 Pfunden bey, die man nöthig hat, wann die innere Luft reine ausgepumpet worden. Will man nun versuchen, ob sie unter der Glocke, wenn die äussere Luft weggepumpet wird, ohne eine so grosse Kraft, als wie in der freyen Luft erfordert wird, von einander fallen; so darf man nur vorher versuchen, was man für ein Gewichte in der freyen Luft nöthig hat sie von einander zu reissen, nachdem man Luft wieder von neuem hinein gelassen: denn wenn man an die leeren Kugeln dieses Gewichte anhänget, so fallen sie davon unter der Glocke von einander, wenn man die Luft weggepumpet. Damit man aber auch hier sicher gehet, und die gläserne Glocke weder durch das Gewichte, noch auch die halbe herunter fallende Kugel zerschlagen wird; so brauche ich das Gestelle dazu, welches vorhin bey den Marmeln (§. 114.) beschrieben worden. Man findet, daß nicht immer einerley Gewichte hierzu nöthig ist: denn das Unschlitt hält einmal fester zusammen, als das andere. De-

Wie man sie im Luftleeren Raume von einander bringet.

Vorsichtigkeit bey diesem Versuche.

§. 115. Ein Einwurf wird gehoben.

rowegen wenn es auch geschehen solte, daß einer durch das Gewichte, welches ihm der Künstler dazu verfertiget hätte, sie unter der leeren Glocke nicht von einander bringen könte; so würde man doch daher nichts wider die Druckung der Luft schlüssen können, und wer dieses thun wolte, denjenigen könte man gar leicht widerlegen. Denn man dürfte nur in der freyen Luft den Hahn eröfnen, und Luft hinein lassen; so würde man finden, daß alsdenn auch dieses Gewichte sie nicht von einander bringen würde, unerachtet ein kleineres dieses zuwege bringet, wenn sie wieder mit den Händen von einander gerissen, und nach diesem blos wieder damit zusammen gedrucket worden.

Beschreibung des Gestelles die grosse halb Kugeln von einander zu bringen.

§. 116 Nachdem ich zur Gnüge beygebracht, was von diesem Versuche zu sagen gewesen; so muß ich auch das Gestelle beschreiben, welches ich brauche, wenn ich die grosse halbe Kugeln von einander bringen will, die ein Gewichte von mehr als 776 Pfunden erfordern. Ich brauche dieses Gestelle auch noch in vielen andern Versuchen, absonderlich in denen, wozu ich eine Wage nöthig habe. Denn da ich es bequem von einer Stelle zu der andern bringen kan; so kan ich auch kleine und grosse Wagen, nachdem eine nöthig habe, daran aufhängen. Der obere Theil des Gestelles

Tab. X. Fig. 69.

les ist aus starckem Holtze oben rund ge- §. 116.
drechselt, unten aber in der Gestalt eines dreyeckichten Prismatis ausgeschnitten, damit die drey Beine KL, MN, HI daran befestiget werden können: welches folgender gestalt geschiehet. Es werden Schrauben mit eisernen Rincken G, F, &c. eingeschrauber, welche in die obere Krinne K der Beine passen, und wird ein eiserner Boltzen Q durch die Höltzer und den Rincken F durchgeschoben. Durch erwehnten oberen Theil AB wird mitten durch ein rundes Loch gebohret, dadurch gehet der Hacken EC, der oben in C eine Schraube hat, damit er vermittelst einer Mutter an dem Gestelle befestiget wird. In M ist eine Rolle von Messing, darüber man einen Strick ziehen kan. Endlich an dem einen Beine KL ist eine Winde O, damit der Hacken P sich auf und nieder winden lässet. Wenn man nun die halben Kugeln durch Gewichte von einander reissen will, so wird die eine mit ihrem Rincken an den Hacken E gehänget: an den Rincken der unteren hänget man die Wage-Schaale mit den Gewichten. Damit aber die untere halbe Kugel, wenn sie los gehet, nicht starck aufschlagen und davon Schaden nehmen kan; so wird sie vermittelst eines Strickes, der über die Rolle M gezogen, und in den Hacken P eingehangen wird, zurücke gehalten. Will man

ver-

§. 116. vermittelst der Schnellwage die halben Kugeln von einander bringen; so wird die Wage an dem Hacken E die Kugel aber mit dem einen Rincken an den Hacken des kurtzen Armes der Schnellwage aufgehangen. Damit man nun die Kugel auch unten befestigen kan, machet man an das Gestelle einen Fuß von zwey starcken Höltzern, an deren einem die beyden Beine HI und MN, an dem anderen aber das dritte KL befestiget ist, so von der andern Seite mitten an das andere Holtz feste gemacht wird. In N wird ein starcker eiserner Hacken eingeschraubet, daran man die Kugel vermittelst einer Kette einhängen kan. Die Rolle hat man in gegenwärtigem Versuche nicht allezeit nöthig: sie kan aber in andern Fällen gebraucht werden.

Beschreibung der Schnell-Wage.

§. 117. Was nun ferner die Schnell-Wage betrift, so ist der eiserne Balcken AB einen Zoll dicke und 4 Linien breit. Der kleine Arm AC hält $24\frac{1}{2}$ Linie in der Länge, von dem Mittel-Puncte aber des Hackens an, daran die Wage-Schaale oder das Gewichte gehangen wird, bis in den Ruhe-Punct C, 18 Linien. Der grosse Arm CB ist über 14 mahl so lang als die Weite des Gewichtes an dem kleinen Arme von dem Ruhe-Puncte DC. Jeder Theil in dem langen Arme, welcher dieser

Tab. XI. Fig. 70.

Weite

Weite gleichet, ist durch Linien in 5 gleiche Theile und jeder von diesen Theilen durch einen Punct abermahls in zwey gleiche Theile getheilet, so daß man das Gewichte, welches man den Läufer nennet, um den zehenten Theil seiner gantzen Kraft kan zunehmen lassen. Z. E. Wenn der Läufer ein Pfund wäre, so wiegete er im ersten Puncte neun Pfund (§. 72. Mech.). Schiebet man ihn fort bis zu dem nächsten Puncte, so wieget er noch $\frac{1}{10}$ über 9 Pfund. Rücket man ihn weiter fort bis zu der nächsten Linie; so wieget er $\frac{2}{10}$ oder $\frac{1}{5}$ über 9 Pfund, u. s. w. Der lange Arm stehet durch seine eigene Schwere mit 40 Pfunden an dem kleinen in wagerechtem Stande. Ueber den Wage-Balcken gehet mit ihm der Fuß des Züngleins EF in einem fort, und ist 9 Linien hoch, unten $2\frac{1}{2}$ Zoll, oben $4\frac{1}{2}$ Linie breit. Das Zünglein HI hat noch einen kleinen meßingenen Fuß über dem eisernen, der nicht über $1\frac{1}{2}$ Linien hoch ist; selbst aber ist es 2 Zoll hoch, $\frac{1}{3}$ Zoll breit und 2 Linien dicke. Die Axe G, wo die Wage aufliegt, ist oben rund, unten wie ein Hertz zugespitzet, damit sie sich leicht ziehen lässet und nicht vielen Widerstand findet, zu welchem Ende auch die Pfanne L mittenweit ausgehöhlet und glatt poliret ist, damit die Axe nirgends anstossen und sich reiben kan, als wodurch verhindert wird, daß sie sich schnel-

§. 117.

§. 117. le beweget, auch von dem geringsten Gewichte, das darauf geleget wird. Oben in *N* ist der Hacken, damit man die Wage aufhängen kan, der hat unten eine länglichte Kugel O mit einer Spitze, damit man dabey mercken kan, ob die Wage horizontal stehet, oder nicht. Der Hacken, wo die Schaale mit der Last angehangen wird, PQ, ist völlig auf eben eine solche Art eingehangen, wie die Wage selbst, nur daß alles verkehrt unter sich gehet, was dort aufwärts stehet. Der Schieber ST hat einen festen Hacken T daran man das Gewichte hänget, und oben in S eine scharfe Schneide, damit es auf den Eintheilungen genau aufstehen kan. Und wird zu dem Ende an dem Balcken B von Meßing ein Knopf mit einer Schraube vermittelst der Mutter im Balcken befestiget, daß es nicht herab fallen kan. Das übrige ist aus der Figur abzunehmen: den Grund der Schnell-Wage lernet man aus der Mechanick (§. 72. Mech.) verstehen. Im übrigen verstehet ein jeder vor sich, der in der Mechanick nur ein wenig erfahren, daß man auch eine andere Wage so einhängen kan, wie hier die Schnell-Wage eingehangen ist, wenn sie schnell ziehen soll. Und dieses ist eben die Ursache, warum die Wagen, davon ich oben (§. 1.) Erwehnung gethan, so schnell ziehen, wenn man auch nur das geringste, welches eine Schwere hat, darauf leget.

§. 118.

§. 118. Ich habe oben, da ich die Luft abwägen wollen, eine so grosse Kugel gebraucht, daß sie auf der gewöhnlichen Wage einen starcken Ausschlag gegeben. Wolte man aber entweder den Ausschlag noch stärcker oder wenigstens eben so einen bey einer viel kleinern Kugel haben, so dürfte man nur die Schnell-Wage dazu brauchen, nachdem sie vorher durch ein Gewichte von 40 Pfunden mit dem langen Arme in wagerechten Stand gesetzet worden (§. 117.). Da meine Wage die Schwere 14 mahl vergrössert; so würde der Ausschlag der oben abgewogenen Kugel auf ihr nicht mehr 704 Gran (§. 86.), sondern 9856 Gran, das ist, über 1 Pfund und 10 Loth seyn (§. 2.).

§. 118. Gebrauch der Schnell-Wage in Abwägung der Luft.

§. 119. Damit man die Gewalt der Luft, die sie durch ihren Druck ausübet, noch umständlicher begreifen möchte; habe ich mir auch angelegen seyn lassen, durch einige Versuche zu zeigen, was durch ihren Druck in festen Cörpern erfolget. Zu dem Ende habe ich auf den Cylinder von Bleche ABDC, den ich oben (§. 111.) umständlicher beschrieben, ein Stücke nasse Blase mit einem Bindfaden feste angebunden, und zwar dergestalt, daß die Blase über das Gefässe recht ausgespannet worden. Nach diesem habe ich die Blase also aufgebunden in einem trocknen und kühlen Orte stehen lassen,

Wie die Luft feste Cörper zerdrucket. Tab. IX. Fig. 64.

Wie sie Blasen zerreisset.

§. 119. sen, damit sie daselbst nach und nach trocken worden; so ist sie an den vertieften und erhabenen Rand dergestalt angedorret, daß man sie nicht gantz davon abreissen können. Endlich habe ich das Instrument auf die Luft-Pumpe gebracht, und die Luft unter der Blase weggepumpet; so ist dieselbe mit einem Krachen in der Mitten zerplatzet, und hat verschiedene Risse bekommen. Woraus man siehet, daß, wenn ein ausgespanneter Cörper starck gedrucket wird, bis er zerplatzet, er nicht blos in der Mitten ein Loch bekommt, sondern auch gegen die Peripherie zu an verschiedenen Orten zerreisset. Man kan mit einem runden Holtze (denn ein spitziges bohret ein Loch durch) auf die Blase drucken, bis sie entzwey gehet; so wird man finden, daß sie eben auf eine solche Weise zerreissen wird, wie durch die Luft. Und lässet sich dadurch augenscheinlich begreifen, daß es eine Wirckung sey, die von nichts anders als der äussern Druckung der Luft herrühret. Nemlich da die Blase an dem Rande feste ist und nicht nachgiebet; so lässet sie sich in der Mitten, wo man von dem Rande am weitesten weg ist, am besten eindrücken. Nun kan sie nicht zerplatzen, als wenn sie zu starck ausgespannet wird, und demnach muß sie in der Mitten anfangs wie eine Schaale eingebogen werden, ehe sie zerplatzet.

ket. Indem sie aber in der Mitten einge- §. 119.
bogen wird, wird sie zugleich nach der Peripherie zu ausgedehnet. Weil nun einige Theile sich stärcker ausdehnen lassen als die andern, diejenigen aber die zu starck gedehnet werden zerspringen; so bohret die Luft, oder auch das Holtz, damit man drucket, nicht blos in der Mitten ein Loch, sondern reisset auch zur Seiten ein. Wolte man nun auf die Beschaffenheit der Blase Acht haben, wie nemlich die Fäsichen, die sich in ihr unterscheiden lassen, gehen; so würde man auch in dem besonderen Falle anzeigen können, warum die Blase hier und nicht dar gerissen. Jedoch weil es auch geschehen kan, daß die Blase in einem Orte besser nachgiebet als im andern, weil sie daselbst an dem Rande nicht so feste hält, als wie andere Theile derselben; so muß man zugleich mit hierauf Acht haben, wenn man in besondern Fällen zeigen will, warum die Blase eben hier und nicht anderswo zerrissen. Ueber dieses habe ich auch eckichte Gefässe mit platten Flächen aus Bleche machen lassen, und die Luft ausgepumpet; so habe ich gefunden, daß die Luft sie zusammen drucket, und zwar dergestalt, daß sie mitten in den Flächen tiefer hinein drucket, als gegen die Ecken. Es gehet aber dieses besser an, wenn die Gefässe etwas groß, als wenn sie kleine sind:

Wie sie Gefässe zusammen drucket.

§. 119. gleichwie auch eine Blase ehtr zerplatzet wenn sie über einen grossen Cylinder ausgespannet wird; als wenn man nur einen kleinen darzu brauchet. Ich habe auch die Luft weggepumpet, wenn ich über das Gefässe ABDC eine nasse Blase ausgespannet und feste gebunden. Allein alsdenn hat sich die Blase wie ein Kessel hinein drucken lassen, an dem Rande zwischen dem Bindfaden durchgezogen, und ist nicht zerplatzet. Und zwar ist sie so starck in das Gefässe hinein gezogen worden, daß, wenn sie auch von aussen weit über das Gefässe vorgegangen, man sie doch nicht zurücke halten können. Die Luft hat sie vielmehr mit Gewalt dem der sie gehalten, und mit Macht zurücke gezogen, aus den Händen gerissen. Hieher gehöret, was Gvericke (a) angemercket, daß ihm die Luft eine grosse kupferne Kugel, daraus er die innere Luft ausgepumpet hatte, weil sie nicht recht rund war, in einem Augenblicke zusammen gedrucket. Denn es kommt blos von ihrer Figur, wenn sie nicht zusammen gedruckt wird, unerachtet das Kupfer nicht eben gar dicke ist (§. 08.).

Wie der Versuch mit der Blase mißlinget, wenn sie naß ist.

Kugel, die nicht recht rund, wird zusammen gedruckt.

§. 120. Eben dieser Gvericke hat eine besondere Art der Wind-Büchse erfunden, welche man daher die Magdeburgische Wind-

Magdeburgische Wind-Büchse.

(a) loc. cit. lib. 3. c. 3. f. 75.

Wind-Büchse zu nennen pfleget, da man §. 120.
mit der Luft schiesset, wie sie um uns herum
ist (b), da in den gewöhnlichen Wind Büch-
sen die Luft zusammen gedrucket wird, und
man also mit zusammen gedruckter Luft
schiesset. Weil sie nicht so nützlich zu ge- Tab. XI.
brauchen ist wie die gewöhnlichen; so habe Fig. 71.
ich sie nur in kleinem verfertigen lassen. Die Beschrei-
bung der-
ganze Büchse ist aus zwey meßingenen selben.
Röhren zusammen gesetzet. Das grosse
AB ist einen Schuh und zwey Zoll lang, der
Diameter im Lichten hält nicht völlig 3 Li-
nien nach unserer zehentheiligen Eintheilung.
In B wird das Ventil BC befestiget, der-
gestalt, daß seine Röhre ein wenig über das
Rohr AB hervorgehet, damit man eine klei-
ne Scheibe D von einem Charten-Plate
mit ein wenig von einem brennenden Lichte
abgeträufelten Unschlitte daselbst befestigen
kan. Die Röhre von dem Ventile ist drey
Linien lang, und der Diameter mit dem brei-
ten Ringe bis 8 Linien, im Lichten aber ist
es so weit, daß die ganze Röhre der Wind-
Büchse bequem hinein gehet. Weil es aber
nicht wohl angehet, daß das Rohr der
Büchse in das Ventil so genau passet, daß
keine Luft darzwischen durchkommen kan;
so wird nur um das Rohr der Büchse her-
um, wo dasselbe hinkommen soll, Wachs

(b) ibid. c. 29. f. 112.

§. 120. geträufelt, und, weil es noch etwas weich ist, das Ventil eingedrehet, damit es überall feste anlieget. Ich nenne es ein Ventil, weil es eben dasjenige verrichtet, was einem Ventile oblieget. Nemlich das Scheiblein aus dem Charten-Blate lässet sich nicht in die Röhre der Wind-Büchse hinein drucken, und hält dadurch die äusserliche Luft davon ab. Hingegen lässet es sich von innen heraus wegstossen, und vergönnet daher der Kugel ihren freyen Lauf. Gleich zu Ende des Ventiles in E ist unten an der Röhre AB ein länglichtes Loch 24 Scrupel lang, etwas über 12 breit. Eben dergleichen ist an der andern Röhre FG, die von beyden Seiten zu ist, und zwar eben daselbst, wo sie an dem Loche der oberen Röhre anlieget, dergestalt, daß beyder Röhren Löcher genau auf einander passen. Diese kleine Röhre ist nur 8 Zoll lang oder $\frac{2}{3}$ von der grossen, in der Weite aber der grossen gleich. Hinten in G ist eine Schraube K angelöthet, die mitten durchbohret ist, damit dadurch die Luft aus den beyden Röhren in die daran geschraubete leere Kugel kommen kan. In E und I sind zwey Rincken oben mit Muttern angelöthet, dadurch man die grosse Röhre AB stecken, und solchergestalt durch die Schrauben M und N die kleine daran befestigen kan. Wenn man nun mit dieser Büchse schiessen will; so

Wie die Büchse geladen wird.

wird,

wird, wie schon vorhin gedacht, an das §. 120.
Ventil BC ein Scheiblein von einem Chart-
ten-Blate mit ein wenig abgeträufeltem
Unschlitt befestiget. Denn sehr feste darf
es nicht angekleibet werden, damit nicht
dadurch der Kugel ihre Kraft benommen
wird, wenn sie heraus fähret und es weg-
stösset. Je williger es weggehet, je besser ist
es. Man hat im Ankleiben auf weiter
nichts zu sehen, als daß die Luft darzwischen
nicht hinein kommen kan. In A wird die
bleyerne Kugel eingesetzt, und, damit nicht
neben ihr die Luft in das Rohr AB dringen
kan, ein wenig mit Unschlitt von einem bren-
nenden Lichte umträufelt. Endlich wird
die Luft aus einer gläsernen oder kupfernen
Kugel ausgepumpet, mit einem Hahn
verschlossen, damit nicht von aussen wieder
einige Luft hinein dringen kan, und endlich
an die Büchse vermittelst der Schraube K
angeschraubet. Nachdem man nun die
Büchse mit dem Ventile BC gegen den
Ort gerichtet, wo man hinschiessen will; so
wird der Hahn behende eröfnet, und indem
dieses geschiehet, flieget die Kugel durch das
Ventil BC heraus. Wie dieses zugehet, Wie die Kugel durch die Büchse von der Luft getrieben wird.
kan man aus dem vorhergehenden erklären.
Weil die Kugel, worauf man die Wind-
Büchse geschraubet, von Luft leer ist; so
muß die Luft, welche in den Röhren ist, sich
ausbreiten, und den Raum der Kugel zu-

§. 120. gleich mit erfüllen, indem der Hahn eröfnet wird (§. 80.). Hierdurch wird die ausdehnende Kraft der Luft in der Röhre AB vergeringert (§ 81.), daß sie nicht so starck gegen die Kugel in A drucket, als dieselbe von der äussereu Luft gedrucket wird. Weil demnach die äussere Luft stärcker drucket, so muß die Kugel weichen, und wird von ihr durch die Mündung in C heraus getrossen. Man siehet leicht, daß die Kugel sich um so viel schneller bewegen muß, je grösser die Kraft der äusseren Luft, als die Kraft der eingeschlossenen in der Röhre ist. Derowegen weil die Luft in der Röhre AB um so viel dünner wird, je grösser die Kugel ist, darauf man die Büchse schraubet, und je reiner man die Luft ausgepumpet (§ 81.); so erkennet man daraus, daß man eine grosse Kugel an die Windbüchse schrauben, und sie reine ausleeren muß, wenn man starck schiessen will. Ob ich zwar eine grosse Kugel habe (§. 86.), so habe ich es doch bisher blos mit der kleineren (§. 98.) versucht, weil es zu beschwerlich ist, die grosse reine auszupumpen, und das Schiessen an sich eine blosse Curiosität. Daher ich auch diese kleinere Kugel nicht ganz reine ausgepumpet. Es hat aber die von aussen eindringende Luft die Kugel in der Weite von 12 Schuhen an eine Thür getrieben, daß sie daselbst angeschlagen, und fast eben wieder so weit zurücke gepraller.

Wie man starck schiessen kan.

Weil

Weil die Kugel in dem Augenblick heraus- §. 120.
getrieben wird, indem man den Hahn eröf- Wie man
net, so darf man ihn nur gleich wieder zu- vielmahl
schliessen, damit nicht viel von der äussern hinter ein-
Luft hinein kommen kan. Und dann lässet ander
sich viel mehr als einmahl schiessen, ohne schiessen
daß man nöthig hat die Kugel von neuem kan.
auszuleeren. Man solte anfangs meynen, Wie es
es wäre nicht möglich, daß die Luft, welche möglich ist,
in A die Kugel drucket, dieselbe durch das daß die
Ventil in BC heraus stossen könte, weil Luft die
nemlich die Luft so starck das Charten- Kugel
Scheiblein in dem Ventile andrucket, als treiben kan.
die Kugel in A von ihr gedruckt wird. Nun ist freylich wahr, wenn die Luft in B, welche auf das Charten-Scheiblein drucket, von der Seite die Kugel gleich anfangs druckete, ehe sie wiche; so würde sich dieselbe nicht von der Stelle bewegen. Denn eben dieser Fall ist es, wenn die Büchse voll Luft ist, massen alsdenn die Luft in der Röhre BA durch ihre ausdehnende Kraft die Kugel so starck drucket, als sie von aussen durch die Schwere der Luft gedrucket wird. Allein da die Luft durch Eröfnung der angeschraubeten Kugel dünne gemacht worden, hat es eine gantz andere Bewandniß. Denn je dünner diese Luft ist, je schwächer wird sie (§. 81.), und je grössere Kraft erhält dadurch die äussere sich in die Röhre AB zu bewegen. Da ihr nun

§. 120. die Kugel widerstehet, so wendet sie diese Kraft an dieselbe zu bewegen (§. 88.). Wenn nun aber die Kugel in Bewegung gesetzet worden; so ist ihre Kraft stärcker als der Druck der Luft, und kan sie daher nicht allein das Charten-Scheiblein wegstossen, sondern behält auch noch so viel Kraft übrig, als erfordert wird, sie durch die Luft bis an einen entlegenen Ort zu bewegen. Die Umstände des Versuches zeigen solches klärlich, und ist nicht nöthig, daß man es anders beweise. Man höret es mit seinen Ohren, daß, wenn der Hahn eröfnet verbleibet, die Luft anfangs schnell, nach diesem immer langsamer von aussen durch die Röhre in die Kugel dringet: denn anfangs höret man ein starckes, nach diesem immer ein schwächeres Geräusche, dergleichen allezeit verspüret wird, wenn man durch den Hahn der Luft-Pumpe entweder in die Luft-Pumpe, oder in das ausgeleerete Gefässe wieder von aussen Luft hinein lässet.

Wie die Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft die festen Cörper drucket.

§. 121. Weil die ausdehnende Kraft der Luft der Schwere der gantzen äusseren gleich ist (§. 31. Aerom.); so wird ein jeder, welcher der Sache nachdencket, gleich schlüssen, daß alle Würckungen, die wir bisher von der Druckung der äussern Luft gezeiget, auch durch die ausdehnende Kraft der innern sich müssen zuwege bringen las-

sen,

sen, wenn es anders angehet, daß man für den Druck der äussern uft den Druck der innern eingeschlossenen in die Stelle setzen kan. Denn in einigen Fällen gehet dieses nicht wohl an. Z. E. Die beyden halben hohlen Kugeln werden durch die Schwere der äussern Luft zusammen gedruckt, auch durch die ausdehnende Kraft derselben unter einer Glocke mit Luft bey einander erhalten: allein man kan nicht die äussere Luft wegnehmen, und sie durch die innere eingeschlossene zusammen drucken lassen. Vielmehr, wenn man dieselben auf gewöhnliche Weise mit etwas Unschlitt zusammen fügen, und unter einer Glocke aufhängen, nach diesem aber die äussere Luft wegpumpen wolte, würde die innere vermöge ihrer ausdehnenden Kraft sie von einander stossen Denn die Luft, welche in der Kugel eingeschlossen ist, drucket von innen die halben Kugeln so starck, als sie von aussen durch die Schwere, oder auch ausdehnende Kraft der äussern Luft gedruckt werden. Wenn nun die äussere Luft durch das Auspumpen geschächet wird (§. 81.); so drucket die innere stärcker von dem Mittel-Punete die Kugel weg, als die äussere gegen denselben drucket. So bald nun der Druck der innern Luft dadurch stärcker wird, als das Unschlitt die halben Kugeln zusammen halten kan; so bald fället auch die untere

§. 121.

Warum dieser Versuch bey den hohlen Halb-Kugeln nicht angehet.

§. 121. halbe Kugel herunter, nachdem sie von der oberen losgestossen werden. Zwischen die beyden platten Marmel oder andere polirte Platten, welche eben deswegen zusammen hangen, weil keine Luft zwischen ihnen ist, und sie blos von der äussern gedruckt werden, kan man keine Luft bringen, die eben das verrichtete, was die äussere Luft durch ihren Druck ausrichtet. Unterdessen sind doch andere Versuche da gewesen, bey welchen es angehet, daß man an die Stelle der äusseren Luft die innere mit ihrer ausdehnenden Kraft setzet, dergleichen wir hier zu beschreiben uns vorgenommen, damit wir destomehr diese Wahrheit bestätigten, daß wenig eingeschlossene Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft eben dasjenige ausrichten kan, was die äussere Luft mit ihrer gantzen Schwere zu Stande bringet, indem mir aus der Erfahrung bekannt, daß sie den meisten schwer eingehet, und auch dieses eben nicht zu verwundern ist, indem die übrigen flüßigen Materien, die wir kennen, keine dergleichen ausdehnende Kraft haben, und daher etwas ungewöhnliches ist, was wir bey der Luft wahrnehmen. Damit ich demnach zeigen möchte, daß die eingeschlossene wenige Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft eben so wohl die Glas-Scheiben zersprenge, als sie von der äusseren durch ihre Schwere gedruckt werden; so

Warum nicht bey den polirten Marmeln.

Absicht des Autoris.

Wie wenig eingeschlossene Luft so viel vermag als die gantze Last der äusseren.

habe

habe ich anfangs ein grosses Bier- oder Wasser-Glas ABCD genommen, und eine Glas-Scheibe EF hinein gedruckt, auch den Rand mit warmen Pech umfliessen lassen, daß unten keine Luft aus dem Raume EFDC heraus kommen konte. Dieses Glas habe ich unter die Glocke gesetzet, und die äussere Luft weggepumpet: da denn nicht allein die Glas-Scheibe zersprungen, sondern auch die Stücken mit einer solchen Gewalt heraus geflogen, daß die Glocke, welche ich darüber gedecket hatte, dadurch zerbrochen ward: denn da man von der Gewalt des springenden Glases und der Grösse des Widerstandes der Glocke keinen deutlichen Begrif hat; so lässet sich auch die Würckung nicht durch den Verstand vorher sehen. Daher ich auch nach diesem, als ich diesen Versuch wiederhohlet, oben in das Glas über die Glas-Scheibe in AEFB etwas weiches, als z. E. Werck, Baumwolle oder ein leinenes Tüchlein, geleget, damit kein Glas heraus springen konte. Woher das Glas mit solcher Gewalt zerspringet, indem die Luft unter der Glocke weggepumpet wird; kan man aus dem vorhergehenden begreifen. Die ausdehnende Kraft der in dem Raume des Glases EDCF unter der Scheibe EF eingeschlossenen Luft ist der Schwere der ganzen äusseren Luft gleich (§. 31. Aërom.). Da nun die Luft

§. 121. Tab. XI. Fig. 72. Versuch mit Zersprengung der Glas-Scheiben.

Vorsichtigkeit im Versuche.

Woher das Glas so viel Gewalt bekommt, indem es zersprenget wird.

§. 121. Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft so starck über sich als unter sich drucket (§. 109.); so ist es eben so viel, als wenn auf die Glas-Scheibe EF die Luft von innen mit ihrer gantzen Schwere druckte. Wenn die Luft mit ihrer gantzen Schwere auf eine Glas-Scheibe drucket, und wird die von der andern Seite durch das Auspumpen geschwächet, so springet die Scheibe in viele Stücke entzwey (§. 109.). Derowegen muß auch dieses geschehen, wenn die Luft, welche von aussen auf die Glas-Scheibe EF drucket, durch das Auspumpen geschwächet wird. Weil nun aber die Luft durch die zerbrochene Glas-Scheibe mit Geschwindigkeit in die Glocke heraus fähret, so daß sie auch eine Kugel von Bley, die ihr im Wege stehet, mit einer ziemlichen Kraft fortstossen kan (§. 120.); so ist es kein Wunder, wenn sie auch ein Stücke Glas, indem sie heraus fähret, vor sich her mit solcher Kraft stösset, daß es in der gläsernen Glocke einen Ritz verursachen kan. Ich habe schon aus dem vorhergehenden wiederhohlet, daß die Luft mit ihrer ausdehnenden Kraft so viel über sich als unter sich drucket, und demnach siehet man auch schon vorher, daß die Scheibe ohne Gefahr die Glocke zu zerbrechen zersprenget wird, wenn man das Glas umkehret, so daß es auf seiner Mündung AB stehet, und den Boden DC über sich kehret.

Wie man noch auf andere Art vorsichtig seyn kan.

kehret. Jedoch damit nach diesem, wenn die Luft unter die Glocke gelassen wird, das Glas nicht an den Teller der Luft-Pumpe angedrucket wird, und sich schwer losreissen lässet (§. 107.); so muß man von der einen Seite etwas unterlegen, damit das Glas nicht gantz aufstehet. Weil sich aber hierbey verschiedener Verdruß ereignet; so habe ich ein besonderes Instrument zu diesem Versuche machen lassen, welches wir nach diesem auch noch bey einer andern Gelegenheit werden brauchen können. ABCD ist ein cylindrisches Glas im Diameter 26 Linien weit und 30 Linien hoch. Oben in AB hat es einen breiten meßingenen Rand, bey nahe 4 Linien breit. Dieser Rand ist inwendig so viel tiefer, daß man mit Baum-Wachse eine Glas-Scheibe darinnen befestigen kan, ohne daß die Scheibe oder das Wachs über den Rand gehet. ABED ist ein anderes Glas in Gestalt eines abgekürtzten Kegels. Dieses ist unten in AB gleichfalls mit einem platten Rande von Meßinge versehen; oben aber in DE in Meßing eingefasset, so daß es gantz zu ist, und nur in der Mitten ein kleines Löchlein hat, welches man mit einer Schraube F verschliessen kan. Zwischen die Schraube und den platten meßingenen angekütteten Deckel wird ein lederner Ring geleget, wie schon öfters erinnert worden, damit die Luft

§. 121.

Tab. XI. Fig. 77. Besonderes Instrument zu diesem Versuche.

§. 121. Luft bey der Schraube nicht von aussen hinein kan. Man leget auch zwischen die beyden platten Ränder in AB einen nassen ledernen Ring, und ziehet sie durch die Schrauben HI zusammen. Oder man darf auch nur Baum-Wachs darzwischen legen; so halten sie gleichfalls feste zusammen, und lassen keine Luft durch. So bald ich die Luft aus dem unteren Glase ABDC anfange wegzupumpen; springet gemeiniglich auf den ersten Zug, absonderlich wenn man ein wenig inne hält, die Scheibe entzwey. Jedoch weil ich besorge, es möchte auch wohl das Glas ABDC von denen Stücken der Scheibe, wenn sie mit Gewalt zerspringet, Schaden nehmen; so pflege ich lieber bey eröfnetem Hahne den Stempel etwas langsam heraus zu ziehen, und alsdenn gehet öfters die Scheibe gantz gemächlich entzwey, daß sie blos Ritze bekommet. Nemlich die Luft kan schon in dem unteren Glase ABDC so dünne und schwach seyn, daß sie der in dem oberen ABED nicht mehr widerstehen kan das Glas zu zerdrucken, ehe der gantze Stempel heraus gezogen wird. Ob gleich aber alsdenn ihre Kraft zureichet, das Glas zu zerdrucken: so reicht es doch nicht zu es mit Gewalt zu zersprengen, daß die Stücken herum fliegen, indem die untere noch zu starck widerstehet. Ich habe auch trockne und im nassen erweichte Lamms-

Vorsichtigkeit im Versuchen.

Ob Blasen im Luft leeren Rau-

Lamms-Blasen aufgeblasen, oben feste zugebunden, und unter einer Glocke aufgehangen; nach diesem die Luft gantz reine herausgepumpet: allein ich habe niemahls erhalten können, daß eine davon zersprungen wäre. Woraus man siehet, daß die Blasen sehr feste sind, und einer grossen Gewalt widerstehen können. Jedoch ist es geschehen, daß die Blase ein Loch bekommen, wenn ich noch ein Glas mit Luft daran gebunden, wodurch die Kraft der eingeschlossenen Luft vergrössert wird. Nächst diesem habe ich ferner auf ein dergleichen blechernes Gefässe als ABDC ist, nur daß es unten in CD einen Boden gehabt, damit die Luft darinnen geblieben, ein Stücke Schweins-Blase mit eben der Vorsichtigkeit aufgebunden, wie oben (§. 119.) geschehen, und sie andorren lassen. Dieses Instrument habe ich unter eine Glocke gesetzet, und die Luft gehöriger Weise ausgepumpet, da denn gleichfalls die Blase zersprenget worden. Weil eine Blase mehr Widerstand haben kan, als die andere; so kan ich nicht davor gut seyn, daß es jederzeit angehet, sonderlich wo nicht Luft genung in dem Gefässe ABDC ist. Derowegen ist zu rathen, daß nicht allein das Gefässe weit gemacht wird, weil ein grosses Stücke Blase leichter zerspringet als ein kleines; sondern auch hoch, damit man Luft genung in das Gefässe bekommt. Denn

§. 121. Blasen zu zerplatzen.

Tab. IX. Fig. 64.

Was bey diesem Versuche zu bedencken.

mehre-

§. 121. mehrere Luft richtet mehr aus als wenigere. Wie denn auch ferner wohl zuzusehen, daß die Blase über dem Gefässe wohl ausgespannet, und von aussen an dasselbe überall angestrichen wird, damit es rings herum andorret, und gar nicht nachgiebet: zu welchem Ende die Blase wohl erweichet seyn muß. Vielleicht werden sich einige wundern, daß ich beym Zersprengen der Blasen erfordere, man solle viel Luft dazu haben. Wir haben ja öfters gehabt, daß die ausdehnende Kraft in dem geringsten Theile der Luft so groß sey, wie die Schwere der gantzen Luft §. 31. Aerom.). Und demnach wird die auf das Gefässe ABDC gebundene Blase einmahl so starck gedrucket, als das andere, es mag viel oder wenig Luft darinnen seyn. Allein ob gleich dieses alles seine Richtigkeit hat, so folget doch daraus noch nicht, daß man jederzeit mit weniger Luft eben dasjenige ausrichten kan, was man mit vieler ausrichtet. Denn damit wir bey unserm Exempel bleiben, so ist klar, daß die Blase unmöglich zerplatzen kan, sie muß vorher starck gedehnet werden. Indem dieses geschiehet, nimmt sie eine erhabene Figur als wie ein Kessel an, und dadurch wird der Raum unter der Blase grösser. Derowegen da sich die Luft, welche anfangs nur das Gefässe allein erfüllete, nunmehro auch den Raum unter der Blase über dem Gefässe

Warum man mit weniger eingeschlossenen Luft nicht allzeit so viel ausrichtet, als mit vieler.

zu-

zugleich mit erfüllete (§. 80.); so wird da- §. 121.
durch ihre ausdehnende Kraft geschwächet (§. 81.). Ist nun wenige Luft in dem Gefässe vorhanden, so kan sie dadurch so dünne und schwach werden, daß ihre Kraft nicht mehr zureichet die Blase zu zersprengen, ob sie gleich genung gewesen sie auszudehnen. Hingegen wenn viel Luft in dem Gefässe ist, so wird durch diese Ausbreitung ihre Kraft nicht so sehr geschwächet, und ist demnach die stärckere mächtig zu thun, was die schwächere nicht auszurichten vermag. Gleich im Anfange, als ich mir eine Luft-Pumpe zugeleget hatte, die viel kleiner war, als die ich jetzt habe, und alles selbst zu versuchen anfieng, damit ich nicht mit fremden Augen sehen durfte, zumahl da ich öfters nicht alle Umstände so deutlich angemercket fand, als mir nöthig war, wenn ich in Erklärung der Natur die Versuche gebrauchen wollte, habe ich ein kleines gläsernes Fläschlein oben fest verwahret, daß keine Luft heraus kame. Nemlich ich habe anfangs in die Eröffnung ein Stücke Gerck fest hinein gepresset, nach diesem dieselbe mit geschmolzenem Peche umlaufen lassen, und ein leinenes Läpplein darüber gebunden, auch dasselbe unten herum, wo ich es gebunden, und an dem Ende rings herum mit abgeträufeltem Peche umfliessen lassen. Das Fläschelein, welches nicht viel über einen Ha-

Ein Fläschlein zersprinat im Luft leeren Raume.

§. 121. ben Zoll breit und nicht viel über einen lang war, habe ich in Leinwand gebunden, damit, wenn es etwan zerplatzen möchte, die gläserne Glocke davon keinen Schaden nähme. Und so verbunden habe ich es auf den Teller der Luft-Pumpe geleget, eine Glocke gewöhnlicher Weise darüber gedecket und die Luft ausgepumpet. Als die Luft reine ausgepumpet gewesen, und ich wieder von aussen Luft hinein gelassen, damit ich die Glocke wieder wegnehmen konnte; habe ich gefunden, daß das Fläschlein zersprengt gewesen. Nach diesem habe ich es mit andern von eben dieser Grösse und mit noch grössern versuchet; aber es hat keines zerspringen wollen: welches mich nicht gewundert, indem ein so kleines Fläschlein auch selten entzwey gehet, wenn die Luft von innen ausgepumpet wird, massen sie gemeiniglich an den Flächen sehr erhaben sind, auch an sich eine kleine Fläche sich nicht so leichte eindrucken lässet als eine grosse, wie schon vorhin angemercket worden, ja auch einer, der in der Mechanick geübet, gar leichte erweisen könnte. Ich habe aber vermeinet, daß es eher angehen würde, wenn man eine etwas grössere, aber dünne Kugel nähme: denn ob gleich eine Kugel sich nicht leicht eindrucken lässet, und daher der gantzen Schwere der Luft widerstehet (§. 108.); so lässet sie sich doch leichter zersprengen. Und ich habe mich

Warum dieses selten angehet.

mich auch nicht in meiner Meinung betro- §. 121.
gen. Denn eben jetzt, da ich dieses schreibe, Gläserne Kugel zer-
habe ich es mit einer gläsernen Kugel ver- springet im
suchet, die im Diameter 48 Linien hat, Luft leeren
aber im Glase gantz dünne ist, wie derglei- Raume.
chen Kugeln gewöhnlicher massen zu seyn pflegen. Ich habe sie eben verwahret, wie ich das Fläschlein verwahret hatte, welches im leeren Raume zersprungen. Damit die grosse Glocke, welche ich darüber deckte, keinen Schaden nehmen möchte, habe ich zweyerley Vorsichtigkeit dabey gebrauchet. Erstlich habe ich doppeltes Pappier um die Kugel gewickelt, und oben an dem Halse mit einem Bindfaden feste zusammen gebunden. Darnach habe ich den Stempel aus der Luft-Pumpe sehr langsam, und zwar bey eröfnetem Hahne heraus winden lassen. Daher es auch geschehen, daß die Luft nur in einem Orte durchgestossen und ein Loch in die Kugel gemacht, davon die Stücken in die Kugeln hinein gefallen, weil sie das Pappier nicht heraus gelassen. Das Loch ist bey nahe einen Zoll breit, aber nicht völlig 2 Zoll lang, und von einer unordentlichen Figur, jedoch an beyden Enden der Länge Circulrund. Wer mit dergleichen Versuchen umgegangen, der siehet gar wohl, daß die Kugel in unzehlich viel Stücke würde zerplatzet seyn, wenn ich die Luft aus der Glocke bey verschlossenem Hahne ausgepum-

§. 121. pet hätte, daß ich nemlich den Hahn jedesmahl erst eröfnet, wenn der Stempel schon gantz heraus gewesen, umd solchergestalt die Luft unter der Glocke auf einmal mercklich geschwächet hätte. Und man kan es auch nur aus demjenigen abnehmen, was ich von den Glas-Scheiben angemercket, nemlich daß sie in viele Stücke zersprungen, wenn man die Luft von der einen Seite auf einmal schwächet, hingegen nur einen Ritz bekommen, wenn man den Stempel bey eröfnetem Hahne langsam heraus ziehet. Und diese bisher erzehlten Versuche habe ich genung zu seyn erachtet um zu erweisen, daß die eingeschlossene Luft durch ihre ausdehnende Kraft eben dergleichen verrichten kan, als die freye Luft durch ihre Schwere auszurichten vermögend ist.

Die Luft lasset sich zusammen drucken.

§. 122. Wenn man den Stempel aus der Luft-Pumpe heraus ziehet, und durch den Hahn von aussen Luft hinein lässet, bald darauf den Hahn wiederum herum kehret, damit die Luft aus der Pumpe nicht wieder heraus kan: so lässet sich doch der Stempel, ob zwar nicht gantz, wieder hinein winden. Weil die Luft von aussen durch den Hahn in die Luft-Pumpe hinein fähret, so ist sie so dichte, wie die äussere Luft (§. 80.). In der That gehet auch der äussern Luft dadurch nichts ab, denn weil der Stempel, der anfangs an den Boden der Luft-Pumpe stösset, her-

aus-

aus gezogen wird; so wird auch in der That §. 122.
so viel Luft durch den Stempel von der einen Seite heraus gestossen, als von der andern durch den Hahn wieder hinein gehet. Wenn man den Stempel in die Pumpe hinein windet, so wird der Raum zwischen ihm und dem Boden, den die Luft, welche durch den Hahn hinein gefahren, erfüllet, um so viel kleiner, je weiter der Stempel hinein gestossen wird. Da aber gleichwohl die Luft nicht heraus kan, und solchergestalt nun einen viel kleineren Raum einnimmt, als vorhin; so muß sie sich allerdings zusammen drucken lassen.

Die ausdehnende Kraft der Luft wird durch das zusammen drucken verstärcket.

§. 123. Indem man den Stempel in die Luft-Pumpe hinein windet, wenn sie mit Luft erfüllet und der Hahn verschlossen ist, daß keine davon heraus kommen kan; so nimmt man wahr, daß er sich immer schwerer hinein winden lässet, je tiefer er hinein kommt. Je tiefer er aber hinein kommt, je mehr wird die Luft zusammen gedrucket (§. 122.). Derowegen lässet sich der Stempel um so viel schwerer hinein winden, je mehr die Luft zusammen gedrucket ist, und folgends lässet sich auch die Luft um so viel schwerer zusammen drucken, je mehr sie bereits zusammen gedrucket worden. Und siehet man hieraus, daß die Luft der Kraft widerstehet, die sie zusammen drucken will, und zwar um so viel mehr, je

Versuch davon.

§. 123 Beweis aus der Natur der Luft.

mehr sie bereits zusammen gedrucket worden. Es ist auch dieses der Natur der Luft gemäß: denn sie hat eine ausdehnende Kraft, dadurch sie von allen Seiten gegen dasjenige, was ihre weitere Ausbreitung hindert, so starck drucket, als die Schwere der gantzen Luft (§. 31. Aërom.). Da nun der Stempel, der hinein gewunden wird, sie in einen engern Raum zwinget, vermöge ihrer ausdehnenden Kraft aber sie sich durch einen grössern Raum ausbreiten will, und gegen den Stempel zurücke drucket; so widerstehet sie durch ihre ausdehnende Kraft der Zusammendruckung und zwar immer stärcker, je mehr sie zusammen gedrucket wird. Derowegen weil die ausdehnende Kraft der Luft der ferneren Zusammendruckung immer mehr widerstehet, je mehr sie bereits zusammen gedrucket worden; so ist daraus klar, daß ihre ausdehnende Kraft durch die Zusammendruckung vermehret wird, gleichwie man sie durch die Verdünnung schwächet (§. 81.).

Warum die zusammengedruckte Luft den Stempel zurücke treibet.

Und daher geschiehet es auch, daß wenn der Hahn eröfnet wird, ein Theil von der Luft durch ihn heraus fähret; wenn man aber den Hahn verschlossen lässet und zu winden aufhöret, auch durch die Winde den Stempel nicht zurücke hält, der Stempel wieder zurücke gleichsam von sich selbst heraus fähret und die Winde herum drehet. Nemlich weil die ausdehnende Kraft der äussern Luft schwächer

cher ist als der inneren in der Luft-Pumpe, welche man zusammen gedrucket, so kan sie auch ihr nicht so viel widerstehen, als sie drucket. Derowegen da die innere Luft durch ihre ausdehnende Kraft sich auszubreiten trachtet, so muß sie sich auch ausbreiten, wenn der Hahn eröfnet wird, bis diejenige, welche in der Luft-Pumpe zurücke verbleibet, einerley ausdehnende Kraft mit der äussern erreichet. Und weil sie auf den Stempel stärcker von innen drucket, als die äussere von aussen auf ihn drucket; so wird auch der Stempel zurücke gestossen, so lange sie in dem Stande ist den Widerstand zu überwinden, der durch das Reiben der Theile an einander entstehet (§. 209. Mech.): aus welcher Ursache es geschiehet, daß der Stempel nicht völlig so weit wieder zurücke gehet, als er hinein gewunden worden, und solchergestalt die Luft in der Pumpe noch etwas dichter und stärcker verbleibet als die äussere. Man kan solches gar eigentlich erfahren, wenn man den Hahn eröfnet, so bald der Stempel nicht weiter heraus fähret. Denn so wird man mercken, daß etwas Luft heraus fähret. §. 123.

§. 124. Man kan auch ohne die Luft-Pumpe erkennen, daß sich die Luft zusammen drucken lässet, und dadurch ihre ausdehnende Kraft zunimmt. Nemlich man nimmt eine gläserne Röhre ABCD, davon der lange Wie viel die ausdehnende Kraft der Luft durch das zusammen drucken zunimmt.

§. 124. Theil AB oben offen, der kurtze CD aber zu ist, damit daselbst die Luft nicht heraus kan. In die Röhre füllet man Queckſilber (§. 90.), bis es beyderseits in 1 stehet, und der Theil in der kurtzen Röhre D mit eben so dichter Luft erfüllet, als die äussere. Wenn ich dessen destomehr gesichert seyn will, so lasse ich anfangs den kurtzen Theil DC oben in D offen, bis ich das Queckſilber hinein gefüllet, und befestige nach diesem darüber eine Hülse von Meßing entweder mit Wachs, wie das Ventil in der Magdeburgischen Wind-Büchse (§. 120.), oder auch mit Baum-Wachse; oder ich stecke darein ein wenig Gorck, und verwahre es mit abgeträufeltem Peche oder Siegel Lack, nachdem es die Bequemlichkeit mit sich bringet. Hierauf fähret man fort in die lange Röhre AB Queckſilber zu füllen. Unerachtet nun aus der kleinen DC keine Luft heraus kommen kan, weder in D weil die Eröfnung der Röhre daselbst zu und wider den Ausgang der Luft wohl verwahret ist, noch durch die lange Röhre, indem daselbst das schwere Queckſilber widerstehet, wodurch die Luft als ein gar viel leichterer Cörper nicht herauf steigen kan; so steiget doch das Queckſilber auch in der kurtzen CD immer höher, je mehr man Queckſilber in die grosse hinein füllet. Weil die Luft aus dem Raume D 1 nicht heraus kan, und doch das Queckſilber,

Tab. VII Fig. 74.

Hardgeist.

Beweiß.

nach

nach und nach bis in 2, in 3, in 4, ꝛc steiget, §. 124.
und also für die Luft nur der Raum D 2, D 3, D 4, &c und also immer fort ein kleinerer übrig bleibet; so siehet man augenscheinlich, daß die Luft zusammen gedrucket wird und zwar immer stärcker, je grösser die Kraft, als hier die Schwere des Queckſilbers ist, die sie zusammen drucket. Wiederum da die Luft in der kurtzen Röhre (D sich noch weiter zusammen drucken läſſet, wenn mehr Queckſilber hinein kommt, von dem aber, was bereits darinnen ist, nicht mehr zusammen gedrucket werden kan; so muß sie vermöge ihrer ausdehnenden Kraft so starck widerstehen als das Queckſilber in der grossen Röhre drucket (denn den Druck der äusseren Luft, dem sie anfangs, ehe sie zusammen gedruckt ward, widerstund, wollen wir jetzt bey Seite setzen). Es ist aber mehr Queckſilber in der grossen Röhre, wenn die Luft viel, als wenn sie wenig zusammen gedruckt ist. Und demnach widerstehet die Luft durch ihre ausdehnende Kraft einer grösseren Gewalt, wenn sie viel, als wenn sie wenig zusammen gedruckt worden, folgends wird ihre ausdehnende Kraft immer stärcker, je mehr sie zusammen gedrucket wird. Ich hätte es auch noch kürtzer aus den Anfangs-Gründen der Aerometrie erweisen können. Die

Kürtzerer Beweiß.

§. 124. ausdehnende Kraft der Luft ist der Kraft gleich, wodurch sie zusammen gedrucket wird (§. 28. Aërom), und also dem Queckfilber, welches in der langen Röhre AB höher stehet als in der kurtzen CD. Nun stehet mehr Queckfilber in der langen Röhre ausser dem wagerechten Stande, wenn die Luft in der kurtzen viel zusammen gedrucket wird, als wenn sie weniger zusammen gedrucket ist. Und demnach ist die ausdehnende Kraft der Luft stärcker, wenn sie viel, als wenn sie wenig zusammen gedrucket worden. Will man ferner genau ausmachen, in was für einer Proportion die Luft zusammen gedrucket wird; so muß man eine Röhre dazu nehmen, die durchaus gleich weit ist, und sowohl die Höhe der Luft in der kleinen Röhre CD, als die Höhe des Queckfilbers in der grossen AB genau abmessen und mit einander vergleichen. Es ist auch gut, wenn die Röhre nicht gar zu enge, sondern lieber etwas weit ist, damit man die abnehmenden Höhen der Luft desto besser mercken kan, weil in vieler sich der Unterscheid deutlicher zeigen muß als in weniger. Ich habe die Sache selbst niemahls genau abgemessen, und jetzt leidet es nicht wohl die Zeit, daß ich es noch thue. Derowegen will ich nur erzehlen, wie

Wie man erfähret, in was für Proportion die Luft zusammen gedruckt wird.

es

es Mariotte (a) gefunden. Als das Queckſilber in der groſſen Röhre BA 18 Zoll hoch ſtund, war es im kleinen CD nur 4 Zoll hoch geſtiegen. Da im Anfange die Luft 12 Zoll einnahm; erfüllete ſie jetzt nur 4 Zoll, als ſie von der Schwere der gantzen Luft und noch über dieſes von einem 14 Zoll hohen Cylinder Queckſilber gedrucket ward. Die Schwere der gantzen Luft rechnet Mariotte einem Cylinder von 28 Zollen gleich. Und demnach wurde die Luft in einem Raume von 12 Zollen durch 28 Zoll; in einem aber von 28 Zollen von 42 Zollen gedrucket. Es verhält ſich aber 8 zu 12 wie 28 zu 42 nemlich beyde Verhältniß iſt wie 2 zu 3. Und demnach verhält ſich der Raum der Luft, die von einer kleineren Kraft zuſammen gedrucket wird, zu dem Raume, der eben ſo viel Luft einnimmt, wenn ſie von einer gröſſeren Kraft zuſammen gedrucket wird, wie die gröſſere Kraft zu der kleineren. Als er in die lange Röhre AB noch mehr Queckſilber hinein goß, bis es 34 Zoll hoch ſtund, ſo ſtieg es in dem kleinen 30 Zoll hoch, und die Luft nahm noch einen Raum von 6 Zollen ein. Es war demnach ſo viel, als wenn die Luft in dem Raume von 6 Zollen durch

§. 124. Wie es Mariotte gefunden.

(a) Eſſai ſec. de la nature de l' air p. 17. & ſeqq it. du Mouvement des eaux part. 2. diſſ. 2. p. 140. & ſeqq. edit. Pariſ.

§. 124. durch einen Cylinder Queckſilber von 28 Zollen und der Schwere der gantzen Luft, welche gleichfalls ſo viel als ein Cylinder Queckſilber von 28 Zollen hielt, gedrucket würde. Und alſo ward die Luft in dem halben Raume von einer doppelten Kraft gedrucket. Man ſiehet hieraus, daß der Raum, darein die Luft zuſammen gedrucket wird, in einer verkehrten Verhältniß der Kräfte iſt, dadurch man ſie zuſammen drucket. Nemlich eine doppelte Kraft bringet ſie in den halben, eine dreyfache in den dritten Theil, eine vierfache in den vierten Theil desjenigen Raumes, darinnen ſie die einfache Kraft erhält. Wir wiſſen, daß die ausdehnende Kraft der Luft derjenigen gleich iſt, die ſie zuſammen drucket (§. 28. Aërom.). Derowegen muß auch dieſelbe in eben der Proportion zunehmen, wie der Raum abnimmt, darein man ſie zuſammen drucket. Nemlich gleich viel Luft hat in einem halben Raume zweymahl ſo viel Kraft, in dem dritten Theile dreymahl, in dem vierten viermahl ſo viel ꝛc. als in dem gantzen. Ich habe hier angenommen, daß der Raum der Luft ſich jederzeit verhält wie die Länge des Theiles von der Röhre, den ſie erfüllet. Denn weil die Röhre durchgehends gleich weit iſt, ſo hat man dieſe Räume nicht anders anzuſehen als Cylinder von gleichen Grundflächen; von dieſen

aber

aber ist bekannt (§. 239. Geom.), daß sie sich wie die Höhen verhalten. Und eben diese Beschaffenheit hat es mit dem Queckſilber in der anderen Röhre. Weil aber ein Theil Queckſilber so schwer ist als ein anderes von eben der Grösse; so verhält sich auch die Schwere des Queckſilbers jederzeit wie die Länge der Röhre, die damit erfüllet. Boyle hat diesen Versuch gleichfalls mit vieler Sorgfalt wiederhohlet (b), ingleichen bey der Academie der Wissenschaften zu Paris Amontons (c). Beyde haben es gleichfalls so befunden, wie es Mariotte heraus gebracht. Jedoch weil ich weiter unten zeigen werde, daß die ausdehnende Kraft der Luft sich auch noch auf andere Art als durch die Zusammendruckung verändern lässet; so muß man sich wohl in Acht nehmen, daß man Luft von einerley Art oder Beschaffenheit annimmt, wenn man von ihren Kräften urtheilen will, die sie durch die Zusammendruckung erhalten. Denn sonst kan es freylich geschehen, ja nicht anders seyn, als daß Luft von verschiedener Art nicht in dieser Proportion zusammen gedrucket

§. 124

Wie es Boyle und Amontons gefunden.

Vorsichtigkeit beym Versuche.

(b) in Defensione doctrinæ de elatere & gravitate aëris contra Linum part. 3. c. 5. p. m. 42. & seqq.

(c) Histoire de l' Acad. Roy. des Sciences A. 1705. p. 155. seqq. edit. Bat.

§. 124. drucket wird, massen gleich viel Luft von verschiedener Beschaffenheit durch ein Gewichte nicht gleich starck zusammen gedrucket wird, wie wir unten sehen werden. Und aus dieser Quelle fliessen die Einwürfe, welche man wider den durch gegenwärtigen Versuch bestätigten Satz vorbringet.

In was für einer Proportion die ausdehnende Kraft der Luft vermindert wird.

§. 125. Man kan hieraus zugleich erkennen, in was für einer Proportion die ausdehnende Kraft der Luft abnimmt, indem sie verdünnet wird. Nemlich in einem jeden Zustande kan man die Luft ansehen, als wenn sie von einer gewissen Kraft gedrucket würde, als die Luft, welche frey um uns herum ist, wird durch die Schwere der übrigen, die auf ihr lieget, gedrucket: welches gleich viel ist, als wenn ein Gewichte von der Schwere darauf läge, die eine Säule Queckſilber hat, welche so hoch ist, als zur selbigen Zeit das Queckſilber in der Torricellianischen Röhre stehet (§. 90.). Wird die Luft um so viel dünner gemacht, daß sie nun zweymal so viel Raum einnimmt, als sie vorher einnahm; so ist es eben so viel, als wenn nur die Helfte von dem vorigen Gewichte darauf läge (§. 124.), und daher ist auch ihre ausdehnende Kraft nur noch halb so groß wie vorhin (§. 28. Aërom.). Wird die Luft so dünne gemacht, daß sie vielmahl so viel Raum einnimmt, als sie zuerst einnahm:

nahm; so braucht man nur den vierten Theil des Gewichtes, womit sie im Anfange zusammen gedrucket ward, sie in diesem Zustande zu erhalten (§. 124), und ist daher auch ihre ausdehnende Kraft nur noch der vierte Theil von derjenigen, die sie im Anfange hatte (§. cit Aërom.). Und hieraus erhellet, daß die ausdehnende Kraft der Luft in eben der Proportion abnimmt, in welcher der Raum, dadurch sie sich ausbreitet, zunimmt. §. 125.

Gebrauch der Torricellianischen Röhre bey dem Auspumpen der Luft.

Derowegen da man aus dem Fall des Queckſilbers in der Torricellianiſchen Röhre unter der Glocke, die ausgepumpet wird, erkennen kan, wie viel die ausdehnende Kraft der Luft abnimmet, massen sie allezeit gleich ist der Schwere des Queckſilbers in der Röhre, in so weit sie auf eben eine so grosse Fläche drucket, als die Grundfläche der Röhre ist (§. 91.); so kan man auch daraus abnehmen, wie viel die Luft dünner wird. Die Luft nimmt hierinnen ab, wie die Höhen abnehmen. Wenn man demnach die Torricellianiſche Röhre an die Luft-Pumpe dergestalt befeſtigte, daß die Luft, welche auf das Queckſilber im Gefäſſe drucket, jederzeit so verdünnet würde, wie sie in dem Gefäſſe verdünnet wird, das man auspumpet; so könnte man daraus deutlich erkennen, wie viel die Luft dünner worden, und wie viel sich ihre ausdehnende Kraft vergeringert.

Und

§. 125. Und dieses ist ein viel sicherer Weg, als wenn man aus der Grösse der Luft-Pumpe und des Gefässes ausrechnen soll, wie dünne die Luft auf jeden Zug wird, indem man leichter in der Proportion des Gefässes zu der Luft-Pumpe verstossen kan, theils weil man den Stempel einmahl etwas mehr oder weniger heraus windet, als das andere, theils weil sich die Grösse des Gefässes wegen seiner Figur nicht eben so genau bestimmen lässet. Man kan auch die Torricellianische Röhre noch bequemer so anbringen, daß sie oben offen ist, und ihre Eröfnung in das Gefässe gehet, welches man auspumpet, als

Tab. VII. Fig. 42.

z. E. Wenn man an die Röhre CS, darauf der Teller geschraubet wird, in B eine Eröfnung machte, darein man die Röhre von dem Barometer schraubet, die oben recht winclicht muß gebogen seyn. Denn so viel die ausdehnende Kraft durch das Auspumpen in dem Gefässe vermindert wird, so viel muß durch die Schwere des Queckſilbers in der Röhre ersetzet werden. Demnach drucket die äussere Luft so viel Queckſilber in die Röhre: welches ich bald durch einen besondern Versuch zeigen will. Nur mercke ich noch vorher an, daß auf eine dergleichen Art der berühmte Künstler in Engelland Hauksbee die Torricellianische Röhre bey seiner besondern Art der Luft-Pumpe angebracht, die er

gleich

gleich im Anfange seiner Versuche beschrieben, welche zuerst A. 1709 zu London in 4 heraus gekommen, nach diesem aber eben daselbst A. 1710. in 8 mit einem neuen Anhange wieder aufgeleget worden a. Aus der ersten Auflage ist die Beschreibung in die Acta Eruditorum (b) gesetzt worden. §. 125.

§. 126. Damit man nun desto besser begreifen mag, wie durch das Steigen des Queckſilbers die Verdünnung der Luft in einem Gefässe, und folgends die Abnahme der ausdehnenden Kraft erkannt wird: so habe ich eine Glocke ABC oben mit Messing einfassen lassen, darinnen eine Mutter ist, damit man die Röhre CDEF mit der Schraube C auf die Glocke schrauben kan. Die gläserne Röhre FG ist oben gleichfalls mit Meßing eingefasset, und so lang, als man die Torricellianische Röhre hat, oder nach Erforderung der Luft-Pumpe auch wohl länger. Es ist auch oben in F eine Mutter, damit man sie an die vorige messingene Röhre CDEF anschrauben kan, zu welchem Ende diese in F eine Schraube hat. Wo diese meßingene Röhre auf die Glocke, ingleichen auf die gläserne Röhre angeschraubet wird, leget man gewöhnlicher

Wie die Verdünnung der Luft in der Luft-Pumpe erkannt wird. Tab. XII. Fig. 75.

Beschreibung des Instrumentes.

(a) Physico-Mechanical Experiments on various Subjects.

(b) Supplement. Tom. V. Sect. 9. p. 403.

§. 126. cher massen ein Leder darzwischen, welches vorher mit zerlassenem Unschlitt voll getränckt worden. So bald man die Luft aus der Glocke ACB auspumpet, steiget das Queckſilber aus dem Gefässe HI in der Röhre GF in die Höhe. Es mag aber die Glocke ACB groß oder kleine seyn, so bringet man es doch niemahls höher, als im Barometro. Hingegen wenn man an statt des Queckſilbers Wasser ins Gefässe HI geußt; so steiget das Wasser durch die meßingene Röhre FEDC bis in die Glocke hinein, und wenn die Luft unter der Glocke genung verdünnet worden, bleibet nicht der geringste Tropfen Wasser, der über die untere Eröfnung G der Röhre FG gehet, im Gefässe HI. Es ist klar, daß die Luft unter der Glocke und in der Röhre FG mit der äusseren, die auf das Queckſilber im Gefässe HI drucket, von einerley Beschaffenheit ist. Da nun ihre ausdehnende Kraft der Schwere der gantzen Luft gleichet (§. 31 Aërom.); so widerstehet sie so starck dem Queckſilber, als die Luft im Gefässe darauf drucket. So bald die Luft aus der Glocke ABC ausgepumpet wird: so wird auch dadurch ihre ausdehnende Kraft schwächer (§. 81.), und kan daher der äusseren nicht mehr allein widerstehen. Derowegen behält die äussere Luft die Oberhand, und stösset etwas vom Queckſilber aus dem Gefässe IH in die Röhre,

Beschreibung des Versuches.

Erklärung des Versuches.

Röhre, bis die Schwere desselben mit der ausdehnenden Kraft der in der Röhre und Glocke übrigen Luft zusammen der Schwere der gantzen äusseren die Wage hält. Es ist demnach hier eben so viel, als wie da in der oben zugeschmeltzten Röhre über dem Queckſilber etwas Luft gelassen ward (§. 95.), und deswegen auch gar nicht nöthig, daß ich ein mehrers hinzu setze. Da nun aber anfangs die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke und in der Röhre (als an welchen beyden Orten sie beständig von einer Beschaffenheit ist) der Schwere der gantzen Luft allein die Wage hält, nach diesem aber die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen mit dem Queckſilber, das in die Röhre GF gestiegen, zusammen dergleichen erst vermögen; so wird wohl niemand zweifeln, daß nicht die Schwere des Queckſilbers den Abgang der ausdehnenden Kraft der Luft unter der Glocke ersetze, und man dannenhero daraus schliessen kan, wie viel sie durch das Auspumpen der Luft abgenommen. Und eben hieraus erhellet ferner, daß durch alles Pumpen das Queckſilber doch nicht höher gebracht werden kan, als es in der Torricellianischen Röhre stehet. Denn in ihr stehet es so hoch, daß es mit der Schwere der gantzen Luft die Wage hält (§. 91.). Die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke ist anfangs auch nicht grösser. Derowegen

§. 126.

Wie hoch man das Queckſilber durch Auspümpen bringen kan.

§. 126. wegen weil das Queckſilber in der Röhre FG durch ſeine Schwere den Abgang der Luft erſetzet; ſo kan auch, wenn die Luft reine ausgepumpet worden, nicht mehr Queckſilber in der Röhre ſeyn, als mit der Schwere der gantzen Luft die Wage hält. Unterdeſſen lernet man auch zugleich aus dieſem Verſuche, daß in dem von Luft leerem Raume keine anziehende Kraft ſeyn könne, auf eine unwiderſprechliche Weiſe erkennen. Denn wenn dergleichen Kraft darinnen angetroffen würde, ſo müſte ſie allerdings in einem groſſen Raume ſtärcker ſeyn, als in einem kleinen. Allein man mag groſſe oder kleine Glocken dazu nehmen, ſo ſteiget doch deſſen ungeachtet das Queckſilber einmahl nicht höher als das andere, und demnach reimet ſich dieſes nicht mit einer anziehenden Kraft im leeren Raume zuſammen, aber wohl (wie wir geſehen haben) mit der Druckung der Schwere der Luft, als welche eine abgemeſſene Kraft iſt (§. 90.).

Anziehende Kraft iſt im Luft-leerem Raume nicht vorhanden.

Warum ſich das Waſſer bis in die Glocke pumpen läſſet.

Warum das Waſſer gantz hinein laufet, da das Queckſilber nicht drey Schuhe hoch zu bringen iſt, kan man aus dem vorhergehenden gleichfalls begreifen. Denn das Waſſer iſt kaum den vierzehenten Theil ſo ſchwer als das Queckſilber (§. 9.), und kan daher durch diejenige Kraft, welche das Queckſilber in einer gewiſſen Höhe erhält, vierzehen mahl ſo hoch getrieben wer-

werden. Weil nun die Röhre nicht 14 mahl so lang ist, als das Queckſilber darinnen ſtehet; ſo iſt auch kein Wunder, daß es bis in die Glocke hinein läuft, und, wenn dieſe gantz ausgepumpet iſt, die gantze Glocke voll Waſſer werden kan. §. 126.

§. 127. Die ausdehnende Kraft der Luft wird durch die Zuſammendruckung verſtärcket (§. 123.), und daher können dadurch eben diejenigen Würckungen erfolgen, welche die Luft durch ihre Schwere verrichtet. Damit man demnach ſehen möchte, wie die Erfahrung damit übereinſtimmet; ſo habe ich folgende Verſuche angeſtellet. Ich habe in ein Glas AB mit einer engen Eröfnung Waſſer gefüllet, und 67 Scrupel hoch Luft darüber gelaſſen. Darnach habe ich eine gläſerne Röhre CD hinein gekittet, die an beyden Enden C und D offen war. Als nun keine Luft in A durchkommen konnte, habe ich ſo ſtarck hinein geblaſen, als ich vermocht; ſo iſt davon das Waſſer in der Röhre über das im Glaſe 22 Linien hoch geſtiegen. Weil die Röhre oben in C offen iſt, ſo hält die in dem Glaſe über dem Waſſer eingeſchloſſene Luft durch ihre ausdehnende Kraft mit der Schwere der gantzen Luft und dem Waſſer in der Röhre von der oberen Fläche deſſen im Glaſe an gerechnet die Wage. Nun iſt die ausdehnende Kraft der Luft anfangs, ehe mehrere

Würckungen der Luft, indem ſie zuſammen gedrucket wird. Tab. XII. Fig. 76.

Wie die Luft durch Blaſen verſtärcket wird.

§. 127. rere hinein geblasen wird, der Schwere der gantzen Luft gleich (§. 31. Aërom.). Derowegen muß dieselbe durch die Luft, welche ich hinein geblasen hatte, so viel seyn vermehret worden, als die Schwere des Wassers in der Röhre über den wagerechten Stand des Wassers im Glase austräget.

Mathematischer Beweis. Die gantze Schwere der Luft gleichet einem Cylinder Wasser, der 32 Schuhe oder 3200 Linien hoch ist (§. 89.) Da nun das Wasser hier nur 22 Linien hoch erhalten wird, welches der 45tigste Theil von 3200 ist; so ist hieraus klar, daß die Luft im Glase AB um $\frac{1}{44}$ ihrer ersten Kraft stärcker und eben so viel dichter (§. 124.) worden. Es ist klar, daß die Luft durch das Blasen in der That noch dichter und stärcker worden. Denn indem sie das Wasser in die Höhe gestossen, ist so viel Raum in dem Glase leer worden, als es in der Röhre eingenommen. Durch diesen Raum, welchen das Wasser verlassen, hat sich die Luft ausgebreitet (§. 80.), und ist daher nach dessen Proportion dünner und schwächer worden (§. 121.). Als die Höhe der Luft im Glase über dem Wasser anfangs 74 Scrupel hoch war; so stieg das Wasser, nachdem ich so viel Luft hinein geblasen hatte, als ich vermochte, 414 Scrupel hoch. Da nun dieses etwas mehr als der sieben und siebentzigste Theil von 32

Schu-

Schuhen oder 32000 Scrupeln ist: so ist hier die Luft um $\frac{1}{77}$ ihrer Kraft dichter und stärcker worden. Und hieraus erhellet, daß sich die Luft durch Blasen mehr verstärcken lässet, wenn viel in einem weiten Raume ist, als wenn sich nur wenige in einem engen Raume befindet. Damit ich dieses desto besser zeigen möchte; so habe 134 Scrupel hoch Luft über dem Wasser gelassen. Als ich nun hinein geblasen, so viel ich vermochte; so ist das Wasser in der Röhre 751 Scrupel hoch über das im Glase gestiegen. Wenn man 32000 durch 751 dividiret, so kommt 42 heraus, und bleibet mehr als ein halbes übrig. Und demnach ist klar, daß die Luft in gegenwärtigem Falle bey nahe um den zwey und viertzigsten Theil stärcker und dichter worden. Will man noch mehr Luft über dem Wasser lassen, so wird man ihre Kraft durch Blasen noch weiter vermehren können. Es dürften sich vielleicht einige wundern, wie es zugienge, daß man stärcker blasen könne, wenn viel Luft im Glase ist, als wenn wenig darinnen vorhanden. Allein wenn sie die Sachen genauer erwägen, so werden sie finden, daß man einmahl so starck blasen kan als das andere. Wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die ausdehnende Kraft der Luft, wodurch sie dem Blasen widerstehet, nicht aus der Menge, sondern ihrer Dichtigkeit beurtheilet werden muß (§. 124.).

§. 127.

Wenn sich die Luft durch Blasen mehr verstärcken lässet.

U-sache davon.

§. 127. Wenn nun zwey Gläser von gleicher Grösse vorhanden sind, in deren einem viel, in dem andern aber wenig Luft über dem Wasser im Glase ist; so begreifet ein jeder, daß, wofern in beyden Gläsern die Luft gleich dichte werden soll, in dasjenige, wo viel Luft ist, mehrere hinein kommen muß, als in das andere, wo nur wenige ist, indem die viele einen grossen, die wenige einen kleinen Raum erfüllet. Man setze, es sey in dem einen Glase dreymahl so viel Luft als in dem andern; weil nun der Raum in der Luft unverändert bleibet, indem man hinein bläset; so siehet man gleich, daß man in das Glas, wo viel Luft ist, dreymahl so viel hinein blasen muß, als in das andere. Wenn ich demnach in das erste mit weniger Luft den dritten Theil, in das andere, wo dreymahl so viel Luft ist, drey Theile hinein blase; so hat die Luft beyderseits einerley Kraft, wodurch sie der ferneren Zusammendruckung widerstehet. Derowegen wenn sie in dem einen hindern kan, daß sich weiter keine Luft hinein blasen lässet; so muß sie auch solches in dem andern hindern können. Unterdessen kan doch nicht die Luft in beyden Fällen das Wasser in der Röhre auf eine gleiche Höhe treiben, indem man zu blasen aufhöret. Denn so bald das Wasser in die Röhre steiget, wird die Luft weiter ausgebreitet, und dadurch ihre Kraft vermindert (§. 81.). Sie

muß sich aber so viel ausbreiten, bis ihre ausdehnende Kraft dem Wasser in der Röhre und der Schwere der gantzen Luft zusammen die Wage hält, wie auch schon vorhin ausgeführet worden. Wenn nun in dem ersten Glase, wo die wenige Luft ist, dadurch das Wasser in der Röhre drey Zoll hoch getrieben würde; so muß die Luft so dichte seyn, daß sie über 32 Schuhe (denn so groß achtet man die Schwere der gantzen Luft noch drey Zoll Wasser tragen kan. Soll ferner in dem andern Glase, wo dreymahl so viel Luft ist, dieselbe gleichfalls nicht dichter seyn; so muß ein jeder von den drey Theilen so viel Raum einnehmen, wie die Luft in dem ersten Glase einnimmt, und würde daher das Wasser in der Röhre dreymahl so hoch steigen müssen. Allein die ausdehnende Kraft ist alsdenn nicht grösser in diesem Glase als in dem vorigen (§. 124.), und also kan sie nicht 9 Zoll, sondern nur 3 Zoll hoch das Wasser halten. Derowegen muß das Wasser zwar höher steigen als 3 Zoll, jedoch tiefer stehen als 9 Zoll, und folgends ist die Luft dichter, auch ihre Kraft stärcker in dem Glase, wo viele ist, als in dem andern, wo wenige ist: welches alles mit dem überein kommt, was wir oben durch den Versuch heraus gebracht. Man erkennet hieraus, daß man keinesweges die Stärcke des Blasens aus der Höhe des

§. 127.

Woraus man die Stärcke des Blasens beurtheilen kan.

§. 127. Wassers in der Röhre beurtheilen kan, wenn man entweder verschiedene Gläser, oder auch in einem Glase nicht einmahl so viel Luft als das andere hat: sondern ich kan blos sagen, daß ich entweder einmahl so starck blase als das andere, oder auch zwey Personen gleich starck blasen, wenn in einem Glase, darinnen einmahl so viel Luft ist als das andere, das Wasser nach beyden Blasen gleich hoch steiget. Und zwar muß man auch gesichert seyn, daß die Luft in Wärme und Kälte keine Veränderung gelitten, ehe das andere hinein geblasen wird. Man siehet ferner, daß man auch niemahls die eigentliche Stärcke des Blasens aus der Höhe des Wassers in der Röhre beurtheilen kan, weil sich diese nach der Weite des Gefässes ändert. Wolte man aber dieses zu Stande bringen; so müste man ein Gefässe dazu haben, welches so weit wäre, daß das Wasser, welches durch den Zuwachs der ausdehnenden Kraft von der dichteren Luft in der Röhre erhalten wird, den Raum für sie im Glase nicht merclich vergrösserte; denn weil sich alsdenn die Luft nicht merclich ausbreiten könnte, so bliebe sie fast so dichte, als sie durch das Blasen worden war, und behielt daher auch ihre Stärcke, die sie durch das Blasen erhalten. Und solchergestalt liesse sich die Kraft zu blasen zu einem gewissen Maasse bringen. Ich habe

habe demnach ausführlich gezeiget, was nöthig ist ein Instrument zu verfertigen, dadurch man die Kraft oder Stärcke zu blasen abmessen kan. §. 127.

Es könnte auch einen und den andern wundern wie es denn zugienge, daß wir so gar wenig Luft in ein Glas hinein blasen können. Derowegen ist nöthig, daß wir die Grösse des Widerstandes etwas genauer determiniren, die wir im Blasen verspüren. Warum man nur wenig Luft in ein Glas blasen kan.

Anfangs ist gewiß, daß das Wasser in der Röhre, und also auch die Luft, durch deren Kraft es in die Höhe gedrucket wird, eben so starck widerstehet, als ein Cylinder, der so weit ist wie das gantze Glas, folgends da dieses 11 Linien weit ist, als ein Cylinder, dessen Diameter 11 Linien hat (§. 57.). Mathematischer Beweis.

Darnach ist verhin schon erwehnet worden, daß die ausdehnende Kraft der Luft, nachdem das Wasser in die Röhre getr ten ist, so groß zu achten sey als die Schwere der gantzen Luft, und ein Cylinder Wasser der so hoch ist, als das Wasser in der Röhre stehet, nemlich im ersten Falle 22 Linien hoch. Die Schwere der gantzen Luft gleichet einem Cylinder Wasser, der 32 Schuhe hoch ist. Und demnach ist der gantze Widerstand, wenn das Wasser in die Röhre gehet, einem Cylinder Wasser gleich, der in unserem Falle 3222 Linien hoch, und im Diameter 11 Linien breit ist. In dem anderen Falle, da mehr Luft in dem

§. 127. dem Glase war, ist eben derselbe einem Cylinder Wasser gleich, der im Diameter dem vorigen gleich, aber bey nahe 3241½ Linien hoch ist. Die Grund-Fläche beyder Cylinder ist bey nahe 95 Quadrat-Linien (§. 168. Geom.), und demnach der gantze Inhalt des ersten 306090, des andern aber 307942 Cubic-Linien (§. 221. Geom.), das ist, der erste ist bey nahe 306, der andere aber 308 Cubic-Zoll. Da nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gran wieget (§. 7.); so ist die Schwere der ersten Wasser-Säule 151470 Gr. oder etwas über 20⅙ Pf. der anderen hingegen 152460 Gr. oder nicht völlig 20½ Pfund. Nun ist aus dem vorhergehenden klar, daß, ehe das Wasser in die Röhre tritt, wenn man zu blasen aufhöret, die ausdehnende Kraft in der eingeschlossenen Luft über dem Wasser stärcker und also auch der Widerstand grösser ist, als hernach, wenn das Wasser in die Röhre getreten: und demnach ist gewiß, daß, wenn man nicht weiter blasen kan, der Widerstand so groß ist als ein Gewichte von mehr als 20 Pfunden Wer diesen Widerstand erweget, der wird mehr in Verwunderung gesetzet werden, daß man durch Blasen einer so grossen Kraft widerstehen kan, als daß man nicht einen grössern zu überwinden vermögend ist. Wenn das Wasser in die Röhre gestiegen ist, kan man

es

es wohl wieder aus der Röhre heraus, aber doch keine Luft hinein blasen Denn die ausdehnende Kraft der Luft ist geringer, indem das Wasser in der Röhre stehet, als wenn es heraus gehet, indem dadurch der Raum im Glase für die Luft enger, sie also dichter zusammen gedruckt, und demnach stärcker wird (§. 124.). Man erkennet ohne mein Erinnern, daß auch eine andere flüßige Materie als das Wasser auf gleiche Art sich durch das Blasen muß in die Höhe treiben lassen, ob zwar die Höhe nicht einerley seyn kan, sondern nach der verschiedenen Schwere der flüßigen Materie vielmehr unterschieden seyn muß. Ich habe es auch mit Queckſilber versuchet, als der allerschwereſten flüßigen Materie, die wir haben, und wie ein jeder vorher siehet, guten Fortgang verspüret: allein ich halte es für unnöthig besondere Umstände hieher zu setzen, weil man die Sache leicht vor sich versuchen, und auf die vorige Art und Weise überlegen kan. Wenn man ohne dem alle hierbey sich ereignende Fälle genauer untersuchen wolte; würde wohl dieses nach unserem gegenwärtigen Vorhaben zu weitläuftig fallen. Unterdessen erkennet man hieraus, daß die zusammengedruckte Luft eine Kraft erhält, flüßige Materien auch in der Luft zu bewegen.

§. 127. Warum man das Wasser zurücke und doch keine Luft mehr hinein blasen kan.

Wie der Versuch zu verändern.

§. 128. Es wird weiter ausgeführet.

§. 128. Es ist aber auch die zusammengedruckte Luft, welche in einem Orte eingeschlossen ist, durch ihre ausdehnende Kraft diejenige Würckungen hervor zu bringen fähig, welche die Luft durch ihre Schwere bey den festen Cörpern zuwege bringet.

Zusammengedruckte Luft zersprengt Gläser.

Wenn man zeigen will, daß die zusammengedruckte Luft die gläserne Flaschen zersprenget, welche die äussere zerdrucket, indem die innere durch das Auspumpen geschwächet wird (§. 108.); so lässet man eine meßingene Hülse AC unten in B mit einer Mutter verfertigen, damit man sie auf die Luft Pumpe aufschrauben kan. Die Hülse ist oben in AC so weit, daß die Flasche, welche man zersprengen will, mit ihrer Mündung hinein gehet. Wenn man nun vermittelst der Luft-Pumpe die Luft in der Flasche ACDE zusammen presset; so springet dieselbe mit grosser Gewalt entzwey, daß die Stücken von allen Seiten herum fliegen Weil man dadurch leicht beschädiget werden kan; so muß man entweder ein Gegitter von starckem Drathe darüber setzen, oder die Flasche in ein grobes leinenes Tuch einwickeln.

Tab. XII. Fig. 77.

Warum die Stücken starck herum fliegen.

Man darf sich aber nicht verwundern, daß die Stücken von der Flasche, die herum fliegen, einen beschädigen können. Denn da die Luft, welche zusammen gedrucket wird, dadurch eine sehr grosse Kraft erhält (§. 124.) und von innen heraus drucket; so werden

auch

auch die Stücken von einer grossen Kraft beweget, und fliegen demnach mit einer Geschwindigkeit fort. Ein Cörper aber, der geschwinde beweget wird, hat auch eine seiner Geschwindigkeit gemässe Kraft, und das spitzige und scharfe Glas verwundet wegen seiner Figur. Man muß demnach diesen Versuch mit vieler Behutsamkeit anstellen, damit man nicht Schaden nimmt. Und deswegen ist auch gar nicht rathsam, wenn man Versuche in zusammengedruckter Luft anstellen will, die Luft in einer gläsernen Kugel oder einem andern gläsernen Gefässe zusammen zu drucken, weil dabey Gefahr ist, daß das Glas zerspringet, und den Zuschauern, die Acht haben wollen, was sich in der zusammengedruckten Luft ereignet, in das Gesichte flieget. Man kan auch durch Zusammenpressung der Luft die Glas-Scheiben auf folgende Art zersprengen. ABI,C ist ein Gefässe aus Meßing unten in E mit einer Mutter, damit man sie auf die Luft-Pumpe schrauben kan. Oben in AB ist ein vertiefter Rand, darauf wird die Glas-Scheibe mit Baum-Wachs gewöhnlicher Weise aufgekittet. Ueber die Scheibe wird ein nasser lederner Ring geleget, damit die Scheibe nicht entzwey gehet, wenn man oben den Deckel AFB aufschraubet, damit die Glas-Scheibe nicht blos losgestossen wird. Der Deckel AFB hat eine Kegelförmi-

§. 128.

Vorsichtigkeit bey dergleichen Versuchen.

Tab. XII. Fig. 78. Wie man Glas-Scheiben zersprenget.

§. 128. förmige Figur, und kan entweder gantz zu seyn, oder doch in F nur eine kleine Eröfnung haben, damit die Stücken Glas, die sonst herum springen, keinen Schaden thun, im letzten Fall aber doch auch einige heraus springen können, damit man siehet, mit was für Gewalt sie zerspringen. Man könnte auch oben die Eröfnung weit lassen, und damit man die Scheibe unter sich gegen den Boden des Gemaches wenden kan, in E die Röhre GH anschrauben, mit dem andern Ende G aber diese Röhre nebst dem Instrumente auf die Luft-Pumpe schrauben. Allein es ist nicht nöthig, daß man dergleichen Versuche erst anstellet, weil man alles, was sich ereignet, vermöge des vorhergehenden leicht vorher sehen kan. Hauksbee (a) hat zwey halbe Kugeln, dergleichen wir oben (§. 115.) beschrieben, voll Luft gelassen, und in zusammengedruckte Luft hinein gebracht. Sie hielten im Diameter $3\frac{1}{2}$ Englischen Zoll, und er hat 140 Pfund nöthig gehabt sie von einander zu bringen, als er die Luft zweymahl so dichte, wie sie von Natur war, zusammen gedruckt, und also in die Helfte des vorigen Raumes gebracht hatte. Als er die Luft aus ihnen heraus gepumpet, hat er in der freyen Luft eben dieses Gewichte gebraucht

Wie Halb-Kugeln von zusammengedruckter Luft an einander gedruckt werden.

(a) Physico-Mechanical Experiments sect. 3. p. 88. & seqq.

braucht sie von einander zu reissen. Und dieses ist denen Gründen, die wir vorhin befestiget haben, gemäß. Die Luft im halben Raume ist zweymahl so starck als die im einfachen, und vermag demnach so viel, wenn ihr die Luft, wie sie um uns ist, widerstehet, als eben diese Luft, wo sie in einem leeren Raume keinen Widerstand findet (§. 124.). Derowegen muß die durch Zusammendruckung in halben Raum gezwungene Luft die halben Kugeln, wenn ordentliche Luft darinnen ist, eben so zusammen drucken, wie ordentlich die Luft sie zusammen drucket, wenn sie leer sind. Hingegen wenn die leeren in die zusammengedruckte Luft solten gebracht werden, müste man im gegenwärtigem Falle zweymahl so viel Gewichte haben sie von einander zu bringen, als man in der freyen Luft gebrauchet. Haukobee hat es versuchet und in der That so befunden: denn er hat sie nicht anders als mit 280 Pfunden von einander bringen können. Da man alles, was sich in diesem Versuche ereignet, aus dem vorhergehenden ohne einige Schwierigkeit heraus bringen kan, und gleichwohl ihn anzustellen viele besondere Zurüstungen erfordert werden: so habe ich auch meines Ortes nicht nöthig erachtet ihn zu wiederhohlen. Unterdessen weil vielleicht einer und der andere wissen möchte, wie es möglich gewesen

§. 128. Beweis dessen, was der Versuch zeiget.

Warum ihn der Autor nicht wiederhohlet.

§. 128. die halben Kugeln in zusammengedruckter Luft durch so ein grosses Gewichte von 140, ja gar 280 Pfunden von einander zu bringen, und die hierbey gebrauchten Kunst-Griffe auch in andern Fällen dienlich seyn, wenigstens ein Licht zu ähnlichen Erfindungen geben können: so achte ich es nicht für undienlich alles etwas umständlicher zu beschreiben. Man nimmt ein sehr dickes Glas ABCD, das oben und unten offen ist. Die Weite und Höhe richtet sich nach der Grösse der halben Kugeln, die man darinnen aufhängen will. Unten ist ein Boden von Meßing CD angekittet, der in der Mitten eine niedrige Röhre EF hat, in deren Boden ein etwas kleineres Loch, als sie weit ist, damit man den Stiel HIK, der an die untere Kugel-Helfte H angeschraubet, durchstecken kan. Weil man nun aber auf das sorgfältigste verhüten muß, daß darzwischen keine Luft, wenn sie noch so starck drucket, durchkommen kan: so werden in die Röhre EF lederne Scheiben geleget, die sie genau erfüllen. Diese werden in der Mitten mit einem runden Eisen a b gewöhnlicher massen ausgehackt, damit sie ein grosses Loch bekommen, als erfordert wird, daß der Stiel von der unteren Kugel-Helfte HIK gedrange durchgehet, zu welchem Ende sie auch vorher ins Wasser geweichet, und nach diesem mit einer Schrau-

Tab. XIII. Fig. 79. Umständlichere Beschreibung desselben.

be LM, die mitten hohl ist, und sich in die §. 128.
Röhre EF einschrauben lässet, zusammengepresset werden Oben in AB ist das Glas mit einem meßingenen Halse eingefasset, der eine gantz weite Eröfnung hat, damit man die Kugel-Helften GH darein bringen kan, zwischen welche man in aa einen nassen ledernen Ring leget, damit man sie fest an einander drucken, und daselbst keine Luft von aussen hinein kommen kan. Der meßingene Hals des Glases hat eine Schraube, darauf man den Deckel CD, der eben so wie der Boden beschaffen ist, anschraubet. Durch das Leder, welches in der kleinen Röhre EF im Deckel zusammen gepresset ist, wie bey dem Boden vorhin ausführlicher berichtet worden, gehet die Röhre PQ, welche in Q einen Hahn hat, damit man sie verschliessen kan, und die im Glase ABCD zusammengepreßte Luft darinnen bleiben muß; in S ein kleines Loch, dadurch die Luft in das Gefässe hinein gepresset wird; in P endlich eine Schraube, damit sie an den Stiel NO der oberen Kugel-Helfte N in O angeschraubet wird. Dieses Glas wird mit allem Zugehör vermittelst der Mutter in T auf die Luft-Pumpe geschraubet, und dadurch die Luft im Glase ABCD zusammen gedrucket. Oder man kan auch in T eine Spritze anschrauben, und durch ihre Hülfe die Luft im Glase

§. 128 zusammen drucken. Will man wissen, wie viel die Luft zusammen gepresset worden; so darf man nur eine oben zugeschmelzte schief- oder horizontal-liegende Röhre mit dem eröfneten Ende in Queckſilber stecken, wie es anweiset, so unten auf den Boden im Glase gesetzet wird: denn weil die Luft hierinnen eben so starck zusammen gedrucket wird, wie im Glase, weil das Queckſilber durch seine Schwere der ausdehnenden Kraft im Glase keinen Widerstand giebet: so kan man daraus allerdings erkennen, wie viel die Luft im Glase zusammen gedrucket worden. Nachdem die Luft so viel zusammen gepresset worden, als man verlanget, wird oben in T der Rincken V eingeschrauber, und das Glas mit allem Zugehör in dem höltzernen Gestelle e f h g, wie die Figur ausweiset, befestiget. Endlich wird alles zugleich mit diesem Gestelle in dem Rincken V an den Hacken des dreybeinigen Gestelles i k k k aufgehänget, das Gestelle e f h g auf einen festen Grund gesetzet, und in den Rincken K die Wage-Schaale mit den nöthigen Gewichten angehangen. Das Gestelle ist eben so, wie das obere, welches wir die Halb-Kugeln in freyer Luft von einander zu reissen gebrauchen (§. 116.). Weil Hauksbee in seiner Beschreibung sehr kurtz ist; so habe ich alles so beschreiben wollen, wie man es kan machen lassen, wenn man diesen Ver-

Warum der Autor alles Zugehör umständlich beschrieben.

such

sich anstellen wolte, und bin wenig besorget §. 128.
gewesen, ob ich eines und das andere, welches er nicht ausführlich beschrieben, worauf doch aber gleichwohl sehr viel ankommet, anders als er angegeben. Hierunter ist hauptsächlich dasjenige zu rechnen, was ich vorgeschrieben, wie man den Stiel der unteren Kugel-Helfte durch den Boden und die Röhre an der oberen durch den Deckel bringen soll, damit darzwischen keine Luft aus dem Glase heraus kommen kan. Der Vorschlag, den ich thue, ist von mir bey anderer Gelegenheit, davon unten an seinem Orte ein mehreres melden will, durch eigene Erfahrung gut befunden worden.

§. 129. Ich habe auch versucht, ob ich durch Zusammenpressung der Luft eine Blase zersprengen könnte. Zu dem Ende habe ich eine feuchte Ochsen-Blase auf die Röhre der Luft-Pumpe gebunden, wo der Teller angeschraubet wird, und zwar mit einem Bindfaden so feste angezogen, als mir möglich gewesen, auch darauf gesehen, daß der Bindfaden in die Gewinde der Schraube passete, und darein die Blase druckete, damit sie nicht durch die Gewalt der zusammengedruckten Luft möchte losgerissen werden. So bald dieses geschehen, habe ich durch die Luft-Pumpe Luft hinein gepresset, da anfangs die Blase von einander

Ob eine Blase sich durch das Zusammenpressen der Luft zersprengen lässet.

§. 329. der gegangen, als wenn sie aufgeblasen würde, nach diesem so hart worden, daß man keine Grube hinein drucken können. Allein so viel mir möglich ist, habe ich es nicht bis dahin bringen können, daß die Blase zersprungen wäre, ob ich gleich diesen Versuch mehr als einmahl zu verschiedenen Zeiten, wie alle andere, wiederholet. Unterweilen hat sich wohl die Blase zwischen dem Bindfaden und der Schraube, wo sie feste angebunden gewesen, durchgezogen, und ist von der Luft-Pumpe abgesprungen. Ich habe auch die durch zusammengepreßte Luft ausgedehnete Blase etliche Stunden stehen lassen, aber nicht verspüret, daß einige Luft heraus gegangen wäre. Hieraus erkennet man von neuem, was schon oben (§. 121.) angemercket worden, daß eine Blase sehr starck ist und die Häute, daraus sie bestehet, sich gar sehr ausdehnen lassen, ehe sie zerreissen. Darnach lernet man auch hieraus, daß die Luft durch die Blase nicht durchgehet, und solchergestalt die Luft in einem Gefässe, welches mit Blase fest verwahret ist, an den Veränderungen der äusseren, die absonderlich durch ihre Schwere geschehen, keinen Antheil nimmet, indem keine Luft aus demselben Gefässe weder heraus, noch hinein kan. Damit ich dessen desto mehr versichert seyn möchte, so habe ich die Blase auch umgekehret, so daß die Seite heraus kam, die anfangs inwendig

Häute der Blase sind sehr starck.

Luft gehet nicht durch die Blase.

ar, hingegen die äussere inwendig §. 129.
wurde. Diese so umgekehrte Blase
h von neuem wie vorhin auf die Luft-
npe gebunden, die Luft mit aller Gewalt
nein gepresset, und sie nach diesem einige
Stunden stehen lassen. Es ist aber so wenig
etwas Luft heraus gegangen, als vorhin,
und dadurch zur Gnüge bestätiget worden,
daß die Luft von keiner Seite durch die Blase
durchkommen kan. Ob solches könne zuwe-
ge gebracht werden, wenn man die Luft
durch eine grössere Kraft hinein presste, ste-
het noch zu erfahren.

§. 130. Dadurch, daß sich die Luft zu- Wie die Schwere der Luft zu erweisen, und besondere Umstände von der zusammengedruckten Luft.
sammen drucken lässet, kan man auch ihre
Schwere erweisen, und diesen Weg ist
Galiläus (a) gegangen, der die Schwe-
re der Luft zuerst entdecket hat. Man nim-
met nemlich eine starcke gläserne, oder (weil
dieses unterweilen (§. 128.), wenn man nicht
genung versichert ist, daß das Glas überall
gleich dicke ist, sonderlich wenn die Kugel
groß ist, Gefahr bringen kan) eine kupferne
Kugel, und drücket darinnen die Luft zusam-
men (§. 122.). Weil nun alsdenn mehr
Luft in der Kugel ist, als vorher darinnen
war; so muß sie auch schwerer wiegen. Ga-
liläus hatte zwar zu seiner Zeit noch keine
Luft-Pumpe, indem sie erst hernach durch

(a) Dialog. I. de motu p. m. 71.

§. 130. Guericken erfunden ward (§. 63.); er brachte es aber auch durch eine blosse Spritze zu Stande, die eine Schraube hatte, damit man sie an die Kugel ab- und anschrauben konnte; welches auch Hauksbee nach Erfindung der Luft-Pumpe nachgethan, als er die Kugel-Helften durch zusammengepreßte Luft zusammendrucken wolte (§. 128.). Denn daß sich die Luft zusammendrucken lässet, war eine Sache, die längst vor ihrer Schwere bekannt war. In seiner Kugel machte er ein ledernes Ventil, welches ihm die Wasser-Künste an die Hand gaben, damit die Luft nicht wieder zurücke konnte. Allein ein Hahn ist dazu bequemer. Ich habe es mit der grossen kupfernen Kugel versucht, dadurch ich oben (§. 86.) die Schwere der Luft abgewogen. Ich habe diese Kugel anfangs auf der Wage mit Gewichten in einen gantz genauen wagerechten Stand gesetzet, und, nachdem ich die Kugel weggenommen, die Wage-Schaale mit dem Gewichte unterdessen halten lassen, daß sie nicht niedersincken konnte. Nach diesem habe ich sie auf die Luft-Pumpe geschraubet, und durch ihre Hülfe die Luft zusammen gedruckt, so viel ich bequemlich thun konnte. So bald dieses geschehen, habe ich den Hahn an der Kugel verschlossen, die Kugel wieder abgeschraubet und an die Wage gehangen, auch von der andern Seite die

Wage-

Wage-Schaale mit den Gewichten frey gelassen. Alsdenn ist die Kugel niedergestiegen, und hat von der Seite die Wage einen grossen Ausschlag gegeben: weil es aber jetzt nicht mein Vorhaben war die Grösse der Schwere der Luft genau zu bemercken, als welches schon oben geschehen (§ cit.); so habe auch die Grösse des Ausschlages nicht angemercket, noch die Wage durch Vermehrung des Gewichtes auf der Schaale wieder in einen wagerechten Stand gesetzet. Wenn die Kugel, darinnen die Luft zusammen gedrucket wird, nicht groß ist, so wird der Ausschlag durch Hülfe der Schnell-Wage merklicher gemacht (§. 117.). Nachdem ich den Hahn eröfnet, ist die Luft durch die Eröfnung mit einem Geräusche heraus gefahren, und so bald dieses völlig aufgehöret, war die Wage wieder im wagerechten Stande, wie vorher, da noch keine Luft hinein gepresset worden war. Weil die Kugel einen Ausschlag giebet, nachdem die Luft darinnen zusammen gedrucket worden, da sie vorher mit den Gewichten inne stund; so muß sie schwerer seyn, wenn sie mit zusammen gedruckter Luft erfüllet, als wenn nur natürliche Luft darinnen ist. Je mehr die Luft in einer Kugel zusammen gedruckt wird, je mehr ist Luft darinnen. Es wieget demnach die Kugel schwerer, wenn viel Luft darinnen ist, als

§. 130.

Erklärung des Versuches.

§. 130. wenn sie mit wenigerer erfüllet. Wer wolte demnach hieraus nicht erkennen, daß die Luft schwer sey? Wiederum, wenn man den Hahn aufmachet, fähret Luft heraus. Denn weil durch die Zusammendruckung ihre ausdehnende Kraft verstärcket worden (§. 123.); so drucket auch die Luft in der Kugel durch den Hahn stärcker heraus, als ihr die äussere widerstehet. Und daher muß die äussere weichen. Weil nun aber die Kugel, wenn keine Luft weiter heraus gehet, in ihren vorigen wagerechten Stand gesetzet wird; so erkennet man auch daraus, daß sie nun wieder so schwer wieget, als wie vorhin, und also, da die hinein gepreßte Luft ihr Gewichte vermehret hatte, die Luft wieder alle heraus gefahren, welche man mit Gewalt hinein gedruckt hatte, wenigstens kein mercklicher Theil davon zurücke geblieben sey. Will man dessen um so vielmehr versichert seyn, so darf man nur eine grosse Kugel, dergleichen meine ist, dazu brauchen, noch einmahl so viel Luft hinein pressen, als schon darinnen ist, und sie an den langen Arm der Schnell-Wage hängen. Da die Luft auf der gewöhnlichen Wage 704 Gr. wieget (§. 86.); so muß sie auf einer Schnell-Wage, wie ich habe, 9856, das ist, bey nahe 10000 Gr. wiegen (§. 117.). Derowegen wenn auch nur 4 Gr. (welches weniger ist als der zwey tau-

Daß die Luft sich wieder so viel ausbreitet, als sie zusammengedruckt worden.

tausende Theil) zurücke blieben; so würde §. 130.
man diesen Abgang schon spüren können. Da nun die Kugel wieder ihr völliges Gewichte erhält; so ist auch klar, daß die Luft, indem sie zusammengedrucket wird, ihre ausdehnende Kraft unverkehret erhält. Man weiß, daß aus Stahl zubereitete Sachen unterweilen etwas davon verlieren, wenn sie zu starck gedruckt, oder auch lange gedruckt gehalten werden. Und demnach könnte man auch dieses bey der Luft noch alles genauer untersuchen: welches aber vor dieses mahl nicht geschehen kan. Unterdessen erinnere ich nur noch dieses, daß es möglich sey auch wenn alle Luft, die man hinein gepresset, wieder heraus fähret, daß die Kugel etwas schwerer wird, als sie vorher war, ehe man die Luft darinnen zusammen druckte. Nemlich die Luft, welche man hinein presset, kan aus der Luft-Pumpe einige Dünste mit sich in die Kugel führen, entweder wenn Wasser in die Röhren kommet, wo die Luft durch muß, oder auch von dem Baum-Oele, damit der Stempel eingeschmieret worden. Wenn nun diese Dünste entweder an die innere Fläche der Kugel sich anhängen, oder in der Luft, die in der Kugel verbleibet, zurücke bleiben; so kan dadurch das Gewichte um ein weniges vermehret werden. Es lässet sich auch dieses aus dem vorhergehenden erklären, daß alle Luft die

Wie dieses genauer zu untersuchen.

Erinnerung.

§. 130. man in die Kugel hinein gepresset, wieder heraus fahren muß, indem man den Hahn eröfnet. Denn wir wollen setzen, es sey noch einmahl so viel Luft hinein gepresset worden, als anfangs darinnen war. Weil nun in diesem Fall die ausdehnende Kraft zweymahl so starck ist als sie vorher war und als der äusseren ist, welche die Kugel umgiebet (§. 124.); so wird auch dieselbe nicht eher der Kraft der äussern gleich, bis sie um die Helfte vergeringert worden (§. 125). Soll nun dieses geschehen, so muß die Helfte derjenigen Luft, die sich darinnen befindet, herausgehen, und demnach eben so viel, als hinein gegangen war. Man siehet hieraus, daß auch schon daraus, daß die ausdehnende Kraft in der Proportion zunimmt, in welcher der Raum, darein man sie presset, abnimmt, erfolget, die ausdehnende Kraft der Luft werde durch das Zusammendrucken nicht im geringsten verkehret. Wir können demnach den Versuchen desto mehr trauen, wenn sie eben dasjenige heraus bringen, was durch tüchtige Gründe erwiesen wird, oder sich erweisen lässet.

Beweis aus vorhergehenden Gründen.

§. 131. Die Zusammendruckung der Luft können wir auch als ein Mittel gebrauchen, dadurch wir die Luft-Pumpe von dem Wasser reinigen, wenn etwas weniges hinein gelaufen: denn eine grosse Menge

Wie man das Wasser aus der Luft-Pumpe bringet.

lässet

lässet sich mit dem Stempel heraus stossen. §. 131.
Ich lasse durch den eröfneten Hahn Luft in das Rohr der Luft-Pumpe, indem ich den Stempel heraus winde. Nachdem ich den Hahn oben verstopfet, und damit die Luft-Pumpe gehöriger Weise (§. 75.) verschlossen habe; winde ich mit Gewalt den Stempel hinein, damit die Luft, so viel möglich, zusammen gepresset wird, und halte ihn durch die Winde ab, daß sie ihn nicht wieder heraus stossen kan, wenn ich zu winden aufhöre (§. 123.). So bald ich den Hahn dergestalt herum wende, daß die Luft-Pumpe gegen die Röhre offen ist (§. 75.), breitet sich die zusammengedruckte Luft durch die ausdehnende Kraft aus (§. 123.), fähret durch die Eröfnung der Röhre, wo die Gefässe und der Teller angeschrauber werden, heraus, und führet das Wasser mit sich in Gestalt grober Dünste, auch wohl Baum-Oel, so sich hin und wieder verhalten, und gantz grüne und dicke worden, heraus. Es geschiehet aber solches mit einer nicht geringen Gewalt, indem nicht allein die Dünste hin und wieder durch die Luft herum fliegen, sondern auch in einem Zimmer, das 16 Schuhe hoch ist, bis an die Decke spritzen, unerachtet die Eröfnung der Röhre nicht 4 Schuhe über den Boden des Gemaches erhoben ist. Wenn man dieses einige mahl wiederhohlet, so kan man die Luft-

Pumpe

§. 131. Pumpe inwendig gantz rein bekommen. Ist viel Wasser in der Röhre, wo die Luft durch muß; so dringet sie durch dasselbe durch und lässet den grösten Theil zurücke. Und demnach ist nöthig, es so lange zu wiederhohlen, bis die Luft ohne Dünste heraus spritzet.

Ob man die Luft durch aufgeblasene Blasen abwägen könne.

§. 132. Es haben einige, unter welchen sich auch Sturm (a) befindet, die Schwere der Luft durch aufgeblasene Blasen abgewogen. Sie haben nemlich einige Schweins-Blasen starck aufgeblasen, und, nachdem sie sie feste zugebunden, daß keine Luft wieder heraus kommen können, an eine Wage gehangen, auch mit einem Gewichte in einen wagerechten Stand gesetzet. Nach diesem haben sie die Blasen wieder aufgebunden, die Luft heraus gedruckt und von neuem abgewogen: da sie gefunden, daß ihr Gewichte sich um etwas weniges vergeringert. Ricciolus (b) hat den Versuch mit einer Ochsen-Blase gethan, die aufgeblasen 2. Gran mehr gewogen, als ehe sie aufgeblasen war. Jacobus Bernoulli hat (c) diese Manier die Luft abzuwägen

Bernoulli Gedancken davon.

ver-

(a) in Colleg. Curios. Tentam. 3. §. 15. p. 17.

(b) in Almagesto Novo lib. 2. c. 5. §. 4. p. 55.

(c) in Actis Eruditor. A. 1685. p. 436. 437.

verworfen und behauptet, daß eine aufgeblasene Blase nicht mehr wiege als eine leere und zusammengedruckte. Und unerachtet er selbst befand, daß die leere Blase weniger wog, als die aufgeblasene; so meinete er doch, der Unterscheid käme blos daher, daß sich etwas Fett von der Blase im Ausdrucken abgerieben; wie er denn auch gefunden, daß, als er die Luft in einer gläsernen Kugel von einerley Grösse mit der Blase abgewogen, dieselbe 14 bis 16 Gran gewogen, und die Blase, nachdem er sie durch einen Blasebalg von neuem aufgeblasen, damit keine Feuchtigkeit aus dem Munde hinein käme, gar einen Gran weniger gewogen, als wie sie unaufgeblasen war. §. 132.

Es ist wahr, daß ein leeres Glas, wenn man etwas schweres hinein geleget, z. E. kleinen Bley-Hagel, oder ein wenig Queckſilber hinein gegossen, damit es untersincket, im Wasser nicht weniger wieget, als wenn das Wasser hinein gelassen wird, wovon der Beweis in der Hydrostatick (§. 24. Hydrost.) gegeben wird und unten ein mehreres durch Versuche ausgemacht werden soll. Eine Blase aber mit Luft aufgeblasen, verhält sich in der Luft wie eine gläserne Kugel mit Wasser erfüllet im Wasser. Und demnach hat es das Ansehen, als wenn auch eine aufgeblasene Blase in der Luft nicht mehr wiegen könnte, als eine leere. Allein es ist ein Unter-

Was die Schwierigkeit für Gründe hat.

Sie wird gehoben.

ter-

§. 132. terscheid zwischen der Luft und zwischen dem Wasser. Die Luft lässet sich zusammen drucken (§. 123.) und die Blase sich ausdehnen, ohne daß sie zerspringet (§. 129.). Derowegen wenn die Luft in der Blase zusammen gedrucket und also leichter ist als die äussere, so ist auch in dem Raume, den die Blase einnimmet, mehr Luft als in eben einem solchen Raume von natürlicher Luft anzutreffen. Und demnach wieget zwar nicht alle Luft, jedoch der Ueberschuß, um welchen die zusammengedruckte Luft der natürlichen überlegen ist. Ich habe eine Ochsen-Blase auf die Luft-Pumpe gebunden, darinnen die Luft, wie oben gemeldet (§. 129.), zusammen gedruckt, und nachdem ich sie feste verbunden, an eine Wage gehangen. So bald sie durch Gewichte in einen genauen wagerechten Stand gesetzet worden; habe ich mit einem scharfen Messer einen grossen Riß hinein gemacht, daß die Luft heraus gegangen und die Blase zusammen gefallen. Alsdenn hat sie 4 Gr. weniger als vorhin gewogen und einen kleinen Ausschlag gegeben. Derowegen achte zwar diesen Versuch gut genung dazu, daß man in Ermangelung anderer Instrumente einem zeigen kan, die Luft sey schwer: hingegen aber keinesweges ist er hinlänglich die Art der Schwere zu determiniren, wie Riccious und Boyle gehan-

Versuch des Autoris.

Wozu derselbe dienet.

than. Denn wenn man den Unterscheid der Schwere zwischen der aufgeblasenen und leeren Blase für die Schwere der gantzen Luft annehmen will, wie Ricciolus und Boyle gethan, so kommt die Luft zu leichte heraus: wie denn Ricciolus sie zehen tausend, Boyle sieben tausend fünfhundert mahl leichter machet als das Wasser, da sie doch bey weitem noch nicht ein tausend mahl so schwer ist als das Wasser (§. 86.): wolte man aber dieses Gewichte, wie sichs gebühret, blos auf diejenige Luft deuten, die mehr in der Blase ist, als in einem gleich grossen Raume, die von natürlicher Luft erfüllet; so hätte man kein Mittel übrig die Menge der Luft, auf die man zu sehen hat, zu bestimmen. Unterdessen bleibet in einem Falle noch wahr, was Bernoulli behauptet, nemlich daß eine aufgeblasene Blase nicht mehr wieget als eine leere, wenn man nemlich die Luft, welche in der Blase zusammen gedrucket worden, sich erst ausbreiten lässet, daß sie eben so dichte wird, wie die äussere, ehe man sie feste zubindet. Vielleicht wird es einige wundern, wie es möglich ist, daß die Luft aus der Blase heraus fähret und sie hin und wieder einfället, wenn man hinein sticht. Ein Gefässe mit Wasser mag im Wasser eröfnet werden, wie man will, so wird doch kein Wasser heraus laufen. Und demnach sol-

§. 132.

Warum man dadurch die Art der Schwere der Luft nicht determiniren kan.

Wenn Bernoulli recht hat.

Warum die Luft aus der Blase fähret, wenn man sie zersticht.

§. 132. te man vermeinen, es könnte auch in der Luft keine Luft aus der Blase heraus kommen, folgends die Blase nicht einfallen, wenn man sie eröfnet, oder hinein sticht. Allein man hat hier wohl zu erwegen, daß es mit der Blase eine gantz andere Beschaffenheit hat als mit andern Gefässen. Die Blase wird durch die Luft, welche man hinein bläset, aufgeblasen, und dadurch sehr ausgedehnet (§. 129.). Was ausgedehnet worden, kreucht wieder ein oder ziehet sich zusammen, so bald es nicht mehr gedehnet wird, und hat demnach auch eine Kraft, wodurch es derjenigen widerstehet, dadurch es ausgedehnet wird. Eine Blase wird von aussen gedruckt von der Schwere der äusseren Luft; inwendig ausgedehnet von der ausdehnenden Kraft der eingeschlossenen Luft. Die Blase aber auch selbst drucket die innere eingeschlossene Luft durch ihre Kraft, wodurch sie der Ausspannung widerstehet Weil nun die innere Luft stärcker gedrucket wird, als sie widerstehen kan, indem ihre ausdehnende Kraft blos der Schwere der äusseren gleich ist (§. 31. Aerom.: so ist kein Wunder, daß sie auch weichen, und die Blase hingegen einfallen muß, auch wenn die innere Luft nicht dichter zusammen gedruckt ist als die äussere.

§. 133.

§. 133. Ich habe zu verschiedenen mahlen Lamms- Schöpsen- und Schweine-Blasen genommen, ein wenig Luft hinein geblasen, daß sie oben noch gantz zusammen gefallen gewesen und oben feste zugebunden, damit keine Luft heraus konnte: zu welchem Ende ich auch die Blasen vorher eingeweichet, daß sie erweichet worden und sich feste genung binden lassen. Diese Blasen habe ich über ein Kohlfeuer gehalten, und damit sie nicht verbrennen möchten, stets gewendet. So bald sie ein wenig warm worden, hat man verspüret, daß sie weiter aufgeblasen worden, nicht anders, als wenn die äussere Luft weggepumpet wird (§. 81.). Ja sie sind endlich so ausgespannet worden, daß sie harte wie ein Stein waren und sich nicht mehr eindrucken liessen. Oefters ist es auch geschehen, daß sie mit einem Krachen zersprungen. Unterweilen aber ist es mir zu lang worden dieses zu erwarten, daher ich sie unbeschädiget weggeleget und wahrgenommen, daß, so bald sie von dem Kohlfeuer wegkommen, sie wieder einfallen, hingegen auch bald wieder aufgeblasen werden, wenn man sie von neuem darüber hält, und zwar noch geschwinder als im Anfange. Boyle (a) hat gleichfalls erfahren, wie die

§. 134. Die Luft wird durch die Wärme ausgebreitet und ihre ausdehnende Kraft gestärcket, durch die Kälte aber zusammen gezogen, und ihre Kraft geschwächet.

(a) in Nov. Experim. de vi aëris elastica Exper. 5. p. m. 21.

§. 133 Blase bey dem Feuer mit solchem Krachen zerspringet, daß die herumstehenden davon auf eine kurtze Zeit gantz ertäubet werden, ob sie gleich nur mittelmäßig aufgeblasen wird. Da in der Blase nichts anzutreffen ist, als die wenige Luft, welche man darinnen verschlossen; so begreift ein jeder, daß auch nichts als diese Luft die Blase aufblasen kan. Und wer daran zweifeln wolte, der darf nur ein Löchlein mit einer starcken Nadel in die Blase stechen; so wird er wahrnehmen, daß die Luft daselbst heraus fähret, indem die Blase sich beginnet von einander zu geben. Und wenn er nach diesem sie gar wieder von dem Feuer wegnimmt; wird er es gar klärlich sehen, daß die Blase mehr zusammen fällt, als sie anfangs zusammen gefallen war, ehe sie über das Feuer gehalten ward, welches in dem Falle nicht geschiehet, da sie gar keine Eröfnung hat, wo Luft heraus kommen kan. Hieraus aber kan man gar deutlich mercken, daß die Luft in der Blase abgenommen, und durch die Wärme aus ihr heraus getrieben worden. Weil nun die Luft, indem sie erwärmet wird, die Blase ausdehnet, nicht anders, als wenn mehrere Luft hinein geblasen würde; so muß sie durch die Wärme weiter ausgebreitet werden. Und demnach ist klar, daß die Luft von der Wärme durch einen grössern Raum ausgebreitet und dünner

Wie der Versuch dieses bestätiget.

ner gemacht wird. Hingegen da die Blase wieder zusammen fället, wenn sie von dem Feuer weggenommen wird; so muß auch die Luft sich wieder in einen engeren Raum zusammen ziehen, indem sie wieder kalt wird. Und demnach ist nicht weniger klar, daß die Luft von der Kälte in einen engeren Raum gebracht und dichter gemacht wird. Weil aber auch die durch die Wärme ausgebreitete Luft sich nicht so leichte zusammen drucken lässet als die kalte, und demnach einer grösseren Kraft widerstehet, als die kältere; die Luft aber überhaupt der Zusammendruckung durch ihre ausdehnende Kraft widerstehet (§. 123.): so muß auch durch die Wärme die ausdehnende Kraft der Luft verstärcket, folgends durch die Kälte vergeringert werden. Und zwar da ich durch starcke Zusammenpressung der Luft nicht erhalten können, daß die Blase zersprungen (§. 129.), wodurch aber gleichwohl die ausdehnende Kraft gar sehr vermehret wird (§. 124.); hingegen die erwärmete Luft dergleichen zu thun vermögend gewesen, wie ich erst jetzt angemercket: so erkennet man auch hieraus, daß die ausdehnende Kraft der Luft durch die Wärme gar sehr verstärcket wird. Und hieraus siehet man, daß, wenn eine Luft warm, die andere hingegen kalt ist, sie nicht durch einerley Gewichte gleich viel sich zusammen drucken lassen; son- §. 133.

§. 134. dern vielmehr die wärmere weniger zusammen gedrucket wird, als die kältere.

Luft wird von Wärme und Kälte schnelle geändert.

§. 134. Damit ich nun aber ferner zeigen möchte, daß die Luft von der Wärme und Kälte sehr schnelle verändert werde, so habe ich es auf folgende Weise angegriffen. Ich habe eine gläserne Kugel AB, die im Diameter 137 Scrupel weit war, und eine gläserne Röhre BC 426 Scr. lang und 9 Scr. weit hatte, genommen, und in ein Glas mit Wasser DE die unterste Eröfnung der Röhre gesetzet. Damit die Luft in dem Glase keine Veränderung litte, ehe ich die Eröfnung der Röhre ins Wasser brachte, habe ich die Röhre gantz unten nur mit ein paar Fingern gefasset, und sie ins Wasser gestecket. So bald aber dieses geschehen, habe ich die Kugel in die Hand genommen, und als ich sie kaum angerühret hatte, giengen unten aus der Röhre Blasen, anfangs sehr geschwinde hinter einander, nach diesem aber immer langsamer. Ja zuletzt wolten sich die Blasen gar nicht absondern, wenn ich nicht die Eröfnung der Röhre C bis an die obere Fläche des Wassers gantz nahe herauf zog. Es giengen aber insgesammt 27 Blasen heraus. Als keine Luft mehr heraus wolte, that ich die Hand wieder von der Kugel AB weg, und fassete die Röhre BC abermahls unweit der Eröfnung C nur mit ein paar Fingern, jedoch dergestalt

Tab. VIII. Fig. 56. Beschreibung des Versuches.

stalt daß die Eröfnung C unter dem Was- §. 134.
ser blieb. Kaum hatte ich die Hand hinweg gethan, so stieg das Wasser in der Röhre in die Höhe, jedoch nicht in einem schnellen Schusse auf einmahl, sondern kam nach und nach immer höher, so daß es endlich bis in die Kugel gieng. Jedoch war es nur etwas weniges, was in die Kugel gestiegen war. Denn als ich die Hand daran legte, daß nur drey Tropfen heraus giengen; war es schon mercklich in der Röhre herunter gefallen, und wolte nach diesem nicht wieder bis in die Röhre hinein steigen, sondern blieb 16 Scrupel unter der Kugel stehen, bis es endlich nach einer langen Weile bis an die Kugel herauf stieg. Als ich den Finger auf die untere Eröfnung C legte und die Kugel umwendete, so daß jene oben und diese unten kam, nach diesem den Finger ein wenig in die Höhe hub, daß die äussere Luft dazu kommen konnte; fiel das Wasser aus der Röhre zum Theil in die Kugel und blieb nur noch die halbe Röhre erfüllet Jedoch weil die Röhre an der Kugel etwas weiter war als oben an der Eröfnung C; so war nicht völlig das halbe Wasser hinein gelaufen. Als ich die Kugel umwendete, daß die Eröfnung C wieder unten zu stehen kam, und sie oben mit der Hand fassete, so gieng das Wasser Tropfenweise heraus, und wurden der Tropfen

§. 134. bis 22 gezehlet, jedoch waren sie ziemlich groß. Sie fielen anfangs sehr geschwinde heraus, nach diesem aber etwas langsamer, sonderlich die beyden letzten. Daß die Blasen, welche heraus fahren, wenn man die Kugel AB mit der Hand fasset, nichts anders als Luft sind, ist aus dem vorhergehenden abzunehmen. Denn so bald die warme Hand die gläserne Kugel berühret, wird die Luft in ihr weiter ausgebreitet, und gehet demnach aus der Kugel durch die Röhre heraus (§. 133.). Weil nun aber die Luft in dem Augenblick heraus fähret, indem die Hand die Kugel berühret; so erkennet man zur Gnüge, daß die Luft die Wärme bald annimmt, und dadurch sehr schnelle geändert wird. Da die Blasen anfangs geschwinde nach einander, nach diesem aber langsam auf einander gefolget; so muß anfangs die Luft sich mehr, als hernach ausgebreitet haben. Und dannenhero widerstehet die Luft der Wärme immer mehr, je mehr sie von ihr ausgebreitet worden. Man erkennet auch aus den Umständen dieses Versuches, daß die Luft von einem gegebenen Grade der Wärme sich nur bis auf einen gewissen Grad dünner machen lasse, weil nemlich keine Luft mehr heraus zu bringen gewesen, ob man gleich mit der warmen Hand die Kugel zu halten fortgefahren. Ja ich habe gefunden, daß,

Erklärung des Versuches.

wenn

wenn auch ein anderer, der eine warme Hand gehabt, die Kugel von neuem gefasset, er dennoch nicht mehrere Luft heraus treiben können: oder ist es ja unterweilen geschehen, daß einer unter vielen solches zu thun vermocht, so ist nicht viel über eine Blase noch weiter heraus gegangen. Und lernet man daraus, daß die Luft in der Kugel in weniger Zeit so viel von der äusseren Wärme annimmt, als sie annehmen kan; auch da die Hand noch mehrere Wärme hat, sie von einem gewissen Grade der Wärme nur einen gewissen Antheil annimmet, ob sie gleich ein mehreres von einem grösseren Grade annehmen kan. Denn wenn man ein Kohlfeuer zu der Kugel bringet, gehet weit mehr Luft heraus, als durch die Hand sich heraus treiben lässet. Wiederum, weil in dem Augenblicke, da die Hand von der Kugel weggethan wird, das Wasser in der Röhre CB in die Höhe steiget; so muß auch die Luft in der Kugel sich bald wieder zusammen ziehen, und solchergestalt bald wieder kalt werden (§. 133.), das ist, diejenige Wärme verlieren, die sie von der Hand empfangen hat. Denn weil die Kälte die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft wieder schwächet, die durch die Wärme war verstärcket worden (§. cit.); so drucket nun oben die äussere Luft stärcker, indem die innere, weil sie weniger worden,

§. 134.

Luft nimmt nur einen gewissen Theil der Wärme an.

§. 134. nicht so dichte wie die äussere werden kan, wenn kein Wasser hinein kommet, und daher ihre ausdehnende Kraft unmöglich der Schwere der äusseren Luft gleich werden kan. Wenn die Luft wieder die fremde Wärme fahren lassen; so ist es eben so viel, als wenn man so viel Luft ausgepumpet hätte, als durch die Wärme heraus gejaget worden. Und derowegen muß hier eben dasjenige erfolgen, was in jenem Falle zu geschehen pfleget (§. 97.). Wenn Luft über dem Wasser ist, als wie hier die Luft in der Kugel über dem Wasser in der Röhre; so ist sie dünner als die äussere §. 94.). Und demnach steiget nicht so viel Wasser in die Röhre als Luft heraus gegangen. Und deswegen laufet ein Theil Wasser aus der Röhre in die Kugel, wenn man sie umwendet, daß die Eröfnung der Röhre oben zu stehen kommet. Nemlich eben so viel Luft ist mehr heraus gegangen, als Wasser in die Kugel hinein läuft. Und eben dieses ist mit eine Ursache, daß weniger Tropfen Wasser in der Röhre waren, als Blasen Luft heraus gegangen. Auch siehet man, daß die Blasen-Luft mit den Tropfen Wasser fast eine Grösse gehabt. Es ist nicht zu leugnen, daß die Wasser-Tropfen weit grösser aussehen, als die Luft-Blasen: allein die Ursache ist diese. Die Blasen Luft bleiben rund, indem sie heraus fahren: hingegen die Wasser-

Warum die Wasser-Tropfen gröſſer als die Luft aussehen.

ser-Tropfen ziehen sich in die Länge, ehe sie herunter fallen, weil sie durch ihre Schwere den Widerstand der Luft überwinden müssen, und bey dieser Figur ihnen die Luft besser ausweichen kan. Auch müssen sie durch die Schwere von der Röhre abgesondert werden, ehe sie fallen können. Man findet aber auch in andern Fällen, daß, wenn flüßige Materien an etwas hangen, und durch ihre Schwere sich davon los reissen müssen, sie sich in die Länge ziehen. §. 134.

Wenn man eben diese Kugel an ein brennendes Licht hält, so gehet die Luft sehr schnelle heraus, indem die Blasen sehr geschwinde nach einander heraus fahren, auch indem solches geschiehet, einigen Schall verursachen, daß man jede Blase, die heraus gehet, insbesondere hören kan. Nimmt man die Kugel von dem Lichte weg, so schiesset das Wasser sehr schnelle in dieselbe hinein, wie oben da man die Luft ausgepumpet hatte (§. 97.). Ich habe schon vorhin erinnert, daß wenn die Luft im Glase sich wieder abkühlet, es eben so viel ist, als wenn man sie durch Auspumpen verdünnet hätte. Und demnach gehet es hier eben so zu, wie dort, da die Luft von aussen wieder hinein unter die Glocke gelassen ward, und ist dannenhero unnöthig ein mehreres hieher zu setzen. Ich erinnere nur noch dieses, daß, wenn das Wasser kalt ist, die Kugel davon

Grosse Wärme jaget die Luft schnelle heraus.

Vorsichtigkeit bey dem Versuchen.

§. 134. davon zerspringet, indem es hinein kommt. Derowegen muß man warmes Wasser dazu gebrauchen, auch die Kugel an dem Lichte herum wenden, damit sie nicht an einem Orte wärmer wird als an dem andern.

Stärcke der Sonnen-Wärme.

Als ich eben diese Kugel mit dem Glase voll Wasser in die Mittags-Sonne setzte, die doch unterweilen etwas von den Wolcken verdeckt ward, und sie bis auf den andern Morgen daselbst stehen ließ; so war das Wasser bis in die Kugel hinein gestiegen. Jedoch giengen nicht mehr als vier Tropfen heraus, als ich die Kugel bey der Röhre heraus nahm, und nach diesem mit der warmen Hand fassete, bis das Wasser blos die Röhre erfüllete: woraus erhellet, daß die Sonne eben nicht vielmehr Luft heraus getrieben, als die warme Hand. Damit ich aber dieses desto mehr erkennen möchte, habe ich die Kugel in die warme Hand genommen, und zwar zu einer Zeit, da mir sehr warm war, da anfangs das Wasser geschwinde aus der Kugel Tropfen-weise heraus gefallen; nach diesem aber, als nur noch was weniges in der Röhre zurücke war, sehr langsam hergegangen, ehe ein Tropfen weiter folgete. Jedoch als ich die Kugel lange genug in der Hand gehalten, ist endlich auch der letzte Tropfen heraus gegangen. Unerachtet ich aber, indem der letzte Tropfen heraus gieng, aber noch von aussen an der

Röh-

Röhre hangen blieb, gleich damit in das Wasser hinein fuhr und die Hand an die Kugel starck andruckte; so wolte doch keine Blase Luft weiter folgen. §. 135.

§. 135. Weil die Wärme die Luft gar sehr dünne machen kan, wie man aus der gläsernen Kugel siehet, wenn man sie eine Zeitlang über ein Kohl-Feuer oder an die Flamme des Lichts hält, und nach diesem Wasser hinein laufen lässet: so kan man auch die Schwere der Luft ohne die Luft-Pumpe noch auf folgende Art zeigen. Man leget eine kupferne Kugel, die aber nicht mit Schnell-Lothe oder Zinn, sondern mit Schlag-Lothe gelöthet, das im Feuer nicht bald fliesset, auf glüende Kohlen: so breitet sich die Luft aus, und wird grösten Theils durch den eröfneten Hahn heraus getrieben (§. 134). Will man desto besser sehen, wie die Luft heraus gehet, und wenn wenige oder nichts mehr heraus getrieben wird; so leget man die Kugel dergestalt auf die Kohlen, oder setzet sie sonst an ein Feuer, daß die Eröfnung des Hahnes unter dem Wasser in einem Gefässe erhalten werden kan, gleichwie wir vorhin §. 134. die Eröfnung der Röhre an der gläsernen Kugel in das Wasser gestecket, damit wir sehen konnten, wie die Luft heraus gieng. So bald man mercket, daß nicht mehr Luft heraus will, wird der Hahn verschlossen, und die Kugel

Noch eine Art die Schwere der Luft abzuwägen.

§. 135. Handgrif. Kugel von dem Feuer genommen. Diese verschlossene Kugel hänget man an eine Wage, setzet sie durch Gewichte in wagerechten Stand und wartet ein wenig, bis sie sich abkühlet, oder leget auch kühle Tücher darum, damit sie desto eher dadurch abgekühlet wird. Nach diesem eröfnet man den Hahn; so fähret von aussen Luft hinein, und man mercket gantz deutlich, sonderlich wenn die Kugel groß ist und durch die Wärme viel Luft heraus getrieben worden, daß die Kugel nunmehro einen Ausschlag giebet. Da nun solchergestalt die Kugel schwerer wird, wenn mehrere Luft hinein kommet; so kan man auch nicht zweifeln, daß die Luft schwer sey: wie solches schon umständlicher (§. 130.) ausgeführet worden. Unerachtet ich nun diesen Versuch gut genung erachte, wenn man einen überführen soll, daß die Luft schwer sey und keine Luft-Pumpe bey der Hand hat: so bleibe ich doch lieber dabey, daß man die Luft aus der Kugel heraus pumpe, wenn man die Schwere der Luft genau abwägen und die Art derselben determiniren will (§. 86.). Denn ob man die Luft reine ausgepumpet oder nicht, kan man eher versichert seyn, als ob man sie durch die Wärme gantz heraus gejaget, und, wenn die Kugel warm ist, gehet nicht so viel Luft hinein, als wenn sie kalt ist (§. 133.); weswegen es beschwerlich fället zu warten,

Wozu diese Art dienet.

bis

bis die Kugel kalt worden, oder auch Mühe verursachet, wenn man sie kalt machen will. §. 135.

Wer nicht vorsichtig verfähret, könnte hierbey eben den Fehler begehen, den Sengwerd begangen (§. 101.), als er die Schwere der Luft abwägen wollen. Boyle (a) hat die Æolipilam dazu gebrauchet, davon wir unten reden werden, und die enge Eröfnung der Röhre mit Wachs verstopft, als er sie von dem Feuer genommen. Er hat gefunden, daß sie um 11 Gran leichter worden, als er durch das Feuer so viel Luft heraus getrieben hatte als angehen wolte, und sie wieder kalt werden lassen. Und hieraus hat er die Verhältniß des Wassers zu der Luft wie 938 zu 1 gezogen. Mersennus hat eben diesen Weg erwehlet, und die Verhältniß wie 1356 zu 1 heraus gebracht: er hat aber die Æolipilam gewogen, ehe er sie kalt werden lassen, und Boyle erinnert, daß sich dadurch einiger Irrthum einschleichen könne, weil das glüende Kupfer einiges von seiner Materie ausdünstet. Er mercket auch ferner an, daß er mit aller seiner Mühe es nicht dahin bringen können, daß die Luft gantz heraus gefahren wäre: welches er erkannt, indem er sich das Wasser (§. 134.) hinein ziehen lassen. Und hierdurch wird bestätiget,

Was für Gefahr dabey.

Wie Boyle diesen Versuch angestellet.

Wie Mersennus.

Warum er nicht accurat.

(a) in Experim. de vi aëris elastica p.m. 111.

§. 135. get, daß diese Manier die Art der Schwere in der Luft zu determiniren der andern nicht gleiche, die wir ihr vorgezogen. Mersennus und Boyle haben die Æolipilam (welche nichts anders ist als eine kupferne Kugel mit einer engen Röhre) zuerst mit der Luft gewogen, ehe sie auf die Kohlen geleget worden, nach diesem leer, wenn sie von ihnen weggenommen ward. Weil man aber alsdenn annimmt, als wenn alle Luft heraus getrieben wäre, welches doch nicht geschiehet; so habe ich lieber die leere Kugel zuerst abwägen und nach diesem die äussere wieder hinein lassen wollen, damit man das Gewichte blos von derjenigen Luft bekommt, die man durch das Feuer heraus getrieben.

Was der Autor dabey in Acht genommen.

Würckungen der erwärmten Luft.

§. 136. Weil die ausdehnende Kraft der Luft durch die Wärme verstärcket, durch die Kälte vergeringert wird, und zwar sehr schnelle (§. 133. 134.); so müssen auch durch die Luft, wenn sie erwärmet wird, alle Würckungen bewerckstelliget werden, welche erfolgen, wenn entweder der Widerstand der äusseren von einer Seite genommen, oder die eingeschlossene zusammen gedrucket wird. Die Erfahrung stimmt mit überein, und will ich zu dem Ende einige Versuche beschreiben, welche ich solches zu erläutern angestellet. Und in der That zeigen es auch schon diejenigen Versuche, die wir erst

jetzt

setzt (§. 133. 134. 135.) ausführlich beschrieben. §. 136.
Denn daß die Blase über dem Kohl-Feuer oder auch an einem andern Feuer starck aufgeblasen wird, so bald sie sich erwärmet (§. 133.), kommet damit überein, daß eben solches geschiehet, wenn man die äussere Luft weggpumpet (§. 80), oder die innere zusammen drucket (§. 129.). Wiederum daß die Luft heraus fähret aus der Kugel mit einer engen Röhre, und nach diesem an ihre Stelle das Wasser hinein steiget (§. 134.), ist ja eben dasjenige, was oben (§. 97.) durch Auspumpen zuwege gebracht worden. Gleichergestalt wenn man die Luft in einer Kugel durch das Feuer verdünnet, und dadurch die Kugel leichter machet, um ihre Schwere zu erfahren (§. 135.), ist es eben dasjenige, was wir oben durch das Auspumpen bewerckstelliget (§. 86.). Ich will aber auch noch andere Versuche hinzu fügen, die eine Aehnlichkeit mit den vorhergehenden haben.

§. 137. Damit ich nun zeigen möchte, was die erwärmete Luft in die flüßigen Materien für eine Würckung hat, so habe ich die beyden Versuche, dadurch ich die Beschaffenheit der ausdehnenden Kraft, so wohl wenn die Luft weggepumpet (§. 99.), als wenn sie zusammen gedrucket wird (§. 127.) gezeiget, auch mit gehöriger Veränderung wiederhohlet. Ich habe demnach eben

Noch mehrere derselben.

§. 137. dasjenige Glas, darinnen ich die Luft mit Blasen verstärckete, behalten, und zwar in dem letzten Zustande, da 134 Scrupel hoch Luft über dem Wasser gestanden (§. cit.).

Tab. XII. Fig. 76. Erwärmete Luft treibt Wasser in die Höhe.

Da nun die Röhre CD noch so feste eingekittet war, daß keine Luft aus dem Glase heraus kommen konnte; habe ich das Glas in die warme Hand genommen. Bald ist das Wasser in der Röhre CD aus dem Glase AB in die Höhe gestiegen, bis es 416 Scrupel hoch darüber gestanden: über welche Höhe ich es nicht weiter bringen können. Nemlich die Wärme der Hand verstärcket behende die ausdehnende Kraft der in dem Glase AB eingeschlossenen Luft (§. 134.). Derowegen weil sie nun auf das Wasser im Glase stärcker drucket, als die äussere durch die Röhre CD widersteht, so muß in die Röhre so viel Wasser steigen, bis die Schwere der äusseren Luft und die Schwere des Wassers in der Röhre CD zusammen der ausdehnenden Kraft der über dem Wasser im Glase AB eingeschlossenen Luft die Wage hält. Die ausdehnende Kraft der Luft ist anfangs, ehe sie erwärmet wird, der Schwere der gantzen Luft gleich (§. 31. Aër.). Da sie nun jetzt über die Schwere der Luft noch 416 Scrupel hoch Wasser tragen kan; so ist sie jetzt um so viel stärcker worden, als erfordert wird 416 Scrupel hoch Wasser zu ertragen. Die gantze Schwe-

Mathematischer Beweis.

re

re der Luft, und also auch die ausdehnende Kraft derer im Glase, ehe sie erwärmet ward, träget 32 Schuhe oder 32000 Scr. hoch Wasser (§. 89.), und demnach ist die ausdehnende Kraft durch die Wärme beynahe um den sieben und siebentzigsten Theil verstärcket worden. Indem das Wasser aus dem Glase in die Höhe getrieben wird, bleibet für die Luft mehr Raum, als vorher darinnen war. Derowegen muß sich auch die Luft weiter ausbreiten (§. 80.), und wird dadurch ihre ausdehnende Kraft vergeringert (§. 81.). Und hieraus erhellet, daß die Luft in der That durch die Wärme der Hand noch mehr als um $\frac{1}{77}$ Theil stärcker worden. Wenn man demnach genau wissen wolte, wie viel durch diese Wärme die ausdehnende Kraft der Luft vermehret würde; dürfte man nur ein weiteres Glas nehmen, in welchem der Abgang des Wassers gegen den Raum, den die Luft einninmt, nicht so mercklich wäre. Oben durch das Blasen ward die Luft in eben diesem Falle um $\frac{1}{42}$ verstärcket, und demnach hat die Wärme der Hand weniger als das Blasen ausgerichtet. Im übrigen kan man auch die Stärcke der ausdehnenden Kraft, die sie durch die Wärme der Hand erhalten, noch viel begreiflicher machen, wenn man die Grösse derselben ausrechnet. Es ist klar, daß die ausdehnende Kraft der

§. 137.

Blasen richtet mehr aus, als die Wärme der Hand.

§. 127. Grösse der Wärme in der Hand wird genau determiniret.

Luft im Glase um so viel stärcker worden, als das Wasser in der Röhre widerstehet: dieses aber widerstehet so starck als eine Wasser-Säule, die einerley Höhe mit ihm hat, aber eine Grund-Fläche, welche dem Durchschnitte des Glases gleichet, das ist, von 95 Quadrat-Linien (§. 127.). Wenn man demnach diese Grund-Fläche durch 416 Scrupel, als der Höhe des Wassers in der Röhre, multipliciret; so kommt der gantze Inhalt der Wasser-Säule 39572 Cubic-Linien oder bey nahe 4 Cubic-Zoll heraus (§. 221. Geom.). Da nun ein Cubic-Zoll Wasser 495 Gran wieget (§. 7.); so ist die Schwere der gantzen Wasser-Säule 1980 Gran, oder etwas mehr als 8 Loth (§. 2.). Demnach hat die Wärme der Hand die in dem Glase eingeschlossene Luft mit so viel Kraft vermehret, als erfordert wird etwas mehr als 8 Loth, nemlich 8 Loth und 106 Gran, zu erhalten. Ja wenn wir bedencken, daß die Wärme in der That aus vorhin angezeigter Ursache mehr Kraft gegeben, als der Widerstand des Wassers in der Röhre austräget: so kan man wohl setzen, es habe die Wärme der Hand die Luft im Glase um eine Kraft vermehret, die bis 9 Loth erhalten kan. Ich habe nach diesem für die geringe Wärme in der Hand einen grösseren Grad genommen, und zu dem Ende das Glas AB mit der Röhre CD in einen

Kraft des siedenden Wassers.

Kessel

Kessel heisses Wasser, welches gesotten hatte, und nun über dem Kohl-Feuer dem Sieden wiederum nahe war, gestellet. Damit aber das Glas nicht zerspringen möchte, habe ich es anfangs nur über den warmen Dampf gehalten, der aus dem Wasser in die Höhe stieg, bis ich verspürete, daß das Glas heiß war, und ich es endlich in das Wasser hinein wagete. Anfangs stieg das Wasser sehr langsam in die Höhe, blieb auch endlich noch ziemlich weit unten in der Röhre stehen, so lange ich das Glas blos in dem heissen Dampfe behielt. Allein so bald ich es bis in das Wasser hinein stieß, und es bis oben an den Hals, wo ich es mit Siegel-Lack verwahret hatte, darinnen hielt; stieg es auf einmahl sehr schnelle in der Röhre bis oben hinauf, und lief endlich zu der obersten Eröfnung C heraus. Damit nicht, wenn das Siegel-Lack im heissen Wasser weich würde, die Röhre sich heraus zöge, oder wenigstens, indem das Gefässe durch seine Schwere sich von der Röhre niederziehet, die Luft das ausgezogene Siegel-Lack irgendswo durchbohren und heraus fahren möchte, ehe der Versuch zu Ende wäre: habe ich um den Hals des Glases einen Bindfaden gebunden, und damit das Glas gehalten. So bald ich das Glas aus dem Wasser heraus gezogen, bis sein Boden die obere Fläche desselben berühret;

§. 137. Vorsichtigkeit im Versuchen.

Handgrif.

§. 137. ist es doch über die Helfte in der Röhre herunter gefallen, ungeachtet die heissen Dünste von allen Seiten daran schlugen: so bald ich es aber wieder in das Wasser gantz eingetauchet, ist auch das Wasser aus dem Glase wieder die gantze Röhre hinauf gestiegen, und oben gantz heraus gelaufen. Man siehet nicht allein hieraus, daß das Wasser viel heisser ist als der Dampf, welcher aus ihm heraus fähret; sondern daß auch ein warmer Cörper in einem heissen Dampfe und heisser Luft seine Wärme fahren lässet, wenn er wärmer ist als der Dampf oder die Luft, darinnen er sich befindet. Allein hiervon werden wir an seinem Orte noch insbesondere Versuche anzustellen haben. Die Länge der Röhre war 254 Linien, und demnach widerstund das Wasser in der Röhre der Luft so viel als ein Cylinder Wasser, der 254 L. hoch ist. Da nun die Grund-Fläche derselben 95 Quadrat-Linien hält, wie vorhin angezeiget worden; so ist sein gantzer Inhalt 24130 Cubic-Linien, folgends die Schwere 11944 Gr. oder bey nahe 2 Pf. Es ist demnach die Kraft der Luft durch die Wärme um so viel vermehret worden, als erfordert wird 11944 Gran, das ist, bey nahe 2 Pfund über $2\frac{1}{3}$ Schuhe hoch zu bewegen. Ich rede hier blos von demjenigen Theile, den die aus-

Wasser ist heisser als sein Dampf.

Mathematischer Beweis.

ausdehnende Kraft durch die Wärme erhält. Denn die Kraft, welche sie vorher hat, ist so groß als die Schwere eines Cylinders von 32 Schuhen. Weil nun dieser Cylinder in gegenwärtigem Fall, da die Grund-Fläche 95 Quadrat-Linien hält, 304 Cubic-Zoll in seinem Inhalte hat; so wieget er 150480 Gran, das ist, über 20 Pfund, folgends ist die ausdehnende Kraft in dem erwärmeten Wasser so groß, daß sie mehr als einer Last von 22 Pfunden widerstehen kan. §. 137.

Wie eben dieser Versuch mit Quecksilber angestellet worden.

Ich habe es nach diesem auch mit Queckſilber versuchet: da aber leicht zu erachten, daß dasselbe nicht so hoch gestiegen, als das Wasser, indem es bey nahe 14 mahl so schwer ist als das Wasser. Und achte ich es nicht nöthig vor diesesmahl solches umständlicher zu beschreiben.

Wie eine hohle Kugel das Wasser in sich schlucket.

Ich habe auch eine kupferne Kugel, die nur ein enges Löchlein in der Dicke einer Nadel hatte, auf glüende Kohlen geleget, und die Luft dadurch heraus getrieben (§. 133.). Nachdem ich diese Kugel dergestalt in eine Schüssel mit Wasser geleget, daß das enge Löchlein unten den Boden berühret; so hat sie das Wasser alle mit einem Geräusche hinein geschlucket, und ist auf einmahl kalt worden. Weil die Luft durch die Wärme heraus getrieben, diejenige aber, so noch zurücke ist, durch das kalte Wasser in der Schüssel wieder abgekühlet wird (§. 134.);

§. 137. so ist es eben so viel, als wenn man die Luft durch Auspumpen verdünnet hätte. Da nun in diesem Fall das Wasser von der äusseren Luft hinein gedrucket wird (§. 98.); so muß auch solches in gegenwärtigem Falle erfolgen. Weil die Kugel, die doch so heiß ist, daß man sie nicht mit blossen Händen anrühren kan, auf einmahl gantz kalt wird, daß man die Kälte an den Händen spüret, indem man sie anrühret, so bald sich das Wasser hinein gezogen; so erkennet man zugleich, wie die Wärme in einem Augenblicke durch die blosse Berührung eines kalten Cörpers kan benommen werden, wenn sie von aussen in ihn hinein gedrungen. Denn ein mehreres zeiget gegenwärtiger Versuch nicht. Wir könnten zwar noch mehreres hierbey überlegen: allein weil ich unten die Beschaffenheit der Wärme insbesondere untersuchen will; so mag ich auch hier nicht ein mehreres hinzu setzen. Vielmehr mercke ich noch an, was hieher gehöret, nemlich daß man nun siehet, wie man eine flüßige Materie durch die allerkleineste Eröfnung bringen kan, wo sie und die Luft einander unmöglich ausweichen mögen. Weil nun keine Luft hinein kommen kan, als die von der äusseren Luft hinein gedruckt wird, indem sonst, wenn das Wasser durch seine Schwere hinein fiele, Luft und Wasser einander ausweichen müsten, weil Luft heraus gehen müste,

Kalter Cörper benimmt dem warmen bald die Wärme.

Wie flüßige Materien durch eine enge Eröfnung zu bringen.

wenn

wenn Wasser hinein sollte; so kan man die Kugel auch in das Wasser hinein werfen, daß die Eröfnung oben zu stehen kommt, und weil alsdenn die eingeschlossene Luft allein dem äusseren Drucke der Luft widerstehet, dadurch das Wasser hinein gezwungen wird, so gehet auch so viel Wasser hinein, bis die Luft, welche in der Kugel zurücke geblieben, so starck drucket als die äussere, das ist, so dichte als sie ist (§. 31. Aërom.), folgends eben so viel als Luft heraus gegangen. Derowegen wenn man mit dieser Vorsichtigkeit das Wasser in die Kugel lässet; kan man ohne Gefahr erkennen, wie viel Luft eigentlich heraus getrieben worden, ruch, woferne nicht die Kugel an ihrem Gewichte einige Aenderung leidet, die Verhältniß der Schwere der Luft zu der Schwere des Wassers genau determiniren: welches wir oben (§. 86.) schon auf eine andere Art gesucht haben. §. 137. Wie die Verhältniß der Schwere der Luft zum Wasser zu finden.

§. 138. Aus dem, was bisher von den Veränderungen der Luft durch Wärme und Kälte, ingleichen der dadurch erfolgten Würckungen gesaget worden, lässet sich erklären, was es für eine Beschaffenheit mit dem Schröpfen hat. Es ist bekannt, daß in die Haut eingehackt wird, damit das Blut durch die kleinen Wunden heraus gehet. Nach diesem nimmt man entweder ein kleines Cylindrisches Glas, oder ein gleiches Gefäßlein von Meßing, hält es Was es für eine Beschaffenheit mit dem Schröpfen hat. Wie es geschiehet.

§. 138. über die Flamme des Lichtes oder eine Lampe, und decket es geschwinde über den Circul-runden Raum, wo man in die Haut eingehackt. Dieses Gefäßlein, welches man den Kopf zu nennen pfleget, hänget alsdenn feste an der Haut, und das Blut quillet aus den kleinen Wunden heraus, bis ein ziemlicher Theil davon erfüllet worden. Man siehet auch, daß das Fleisch unter dem Kopfe sich in die Höhe giebet in der Gestalt eines Kugel-Stückes. Wenn man den Kopf über das Licht oder die Lampe hält, so wird dadurch die Luft dünner gemacht, und gehet ein Theil davon heraus (§. 133.). Drucket man ihn auf die Haut an, so kan von aussen keine Luft mehr unter ihn kommen: denn die Haut und das Fleisch ist weich, und lässet sich dannenhero durch das Glas, oder auch den Rand des meßingenen Kopfes eindrucken, giebet sich aber von beyden Seiten, so wohl von innen als von aussen, in die Höhe, und schliesset sich gantz genau an den Rand des Kopfes an. Die Wärme, welche der Kopf und die darinnen enthaltene Luft von dem Lichte oder der Lampe empfangen hat, gehet schnelle heraus, und wird daher die Luft gar bald wieder kalt (§. 134.). Weil nun hierdurch ihre ausdehnende Kraft vergeringert wird (§. 133.); so drucket die äussere Luft stärcker auf den Kopf von aussen, als ihr die

Was darbey observiret wird.

Wie der Kopf angedruckt wird.

die innere widerstehen kan. Derowegen weil die weiche Haut und das weiche Fleisch eben so nachgiebet, wie das nasse Leder auf dem Teller der Luft-Pumpe; so wird der Kopf feste angedruckt, und, weil der Rand rings herum eindrucket, giebet sich das Fleisch mitten in Gestalt eines Kugel-Stückes in die Höhe. Da nun der Kopf nicht herunter fallen kan; so muß die Luft ihn stärcker andrucken, als seine Schwere ist. Man könnte dieses leicht erweisen, wenn man Lust hätte. Denn wie starck die Luft auf den Kopf drucket, lässet sich auf eben die Art ausrechnen, wie bisher in andern dergleichen Fällen die Druckung der Luft ausgerechnet worden. Z. E. Da wir zu wissen verlanget, wie starck die Glocke an den Teller der Luft-Pumpe angedrucket wird (§. 105.). Wenn wir Acht geben, wie viel Blut in den Kopf hinein quillet, so können wir auch beynahe wissen, wie viel Luft durch die Wärme heraus getrieben worden. Es ist wohl freylich wahr, daß nicht eben so viel Blut in den Kopf steiget, als Luft heraus gejaget worden, sondern etwas weniger (§. 98.): allein auf diese Kleinigkeit würde es in gegenwärtigem Fall nicht ankommen. Wer aber auch hierinnen so genau verfahren wolte, daß er ganz genau wissen wolte, wie viel Luft herausgegangen, und folgends, wie viel dadurch die im Kopfe zurück gebliebene wäre verdünnet

§. 138.

Wie die Stärcke der andruckenden Luft genau zu erfahren.

Wie viel Luft hinein gehet.

Wie man es genau erkennen kan.

§. 138. dünnet worden; so könnte solches auch genau determiniret werden, und zwar durch dasjenige, was ich in meinen lateinischen Anfangs-Gründen der Aerometrie (§. 148.) erwiesen. So bald einem bekannt ist, wie viel die Luft in dem Kopfe verdünnet worden; weiß man auch, wie viel sie dadurch schwächer worden ist als die äussere. Denn da sie anfangs mit der äusseren einerley Stärcke hat, ist sie nun um so viel schwächer worden als sie dünner ist (§. 125.). Z. E. wenn der Kopf halb voll Blut liefe, so wäre die Luft (wenn man es nicht gantz genau nehmen wolte) noch einmahl so dünne worden, als sie anfangs war, ehe man den Kopf über die Flamme des Lichtes hielt, und daher ihre ausdehnende Kraft nur halb so groß als wie der äusseren. Und demnach drucke te auch die Luft nur mit ihrer halben Kraft den Kopf an. Wenn man die gantze Kraft weiß, mit welcher die Luft auf den Kopf drucket; so weiß man auch, mit wie vieler Kraft er angedrucket wird. Derowegen wenn man sie mit der Schwere des Kopfes, den man zu dem Ende vorher abgewogen, vergleichet; so wird es der Augenschein geben, daß sie diese weit übertrift. Endlich begreifet man auch, warum das Blut aus den kleinen Adern, die in der Haut zerhacket worden, in den Kopf heraus tritt. Denn die Luft drucket von aussen um den Kopf

Wie starck die äussere Luft druckt.

Warum das Blut in den Kopf tritt.

Kopf herum die Haut, und in ihnen die klei- §. 138.
nen Aederlein. Da ihnen nun innerhalb dem Kopfe weniger Widerstand geschiehet; so wird das Blut durch die gemachte Eröfnung heraus getrieben.

§. 139. Daß dieses die wahre Ursache sey, darf man desto weniger zweifeln, weil man eben dieses durch das Auspumpen der Luft verrichten kan. Damit ich solches zeigen könnte; habe ich eine besondere Art einer kleinen Luft-Pumpe machen lassen, die ich auch noch zu anderen Versuchen brauchen kan. Sie ist hauptsächlich in dem Stempel von der andern, die ich oben beschrieben, unterschieden, als der so eingerichtet, daß man keinen Hahn dazu nöthig hat. Das Rohr ABDC ist aus Meßing gegossen, und inwendig gleich ausgebohret und glatt poliret, wie es oben (§. 70.) bey der grossen beschrieben worden. Es ist vier Zoll lang, und der Diameter AB im lichten $6\frac{1}{2}$ Linie. Unten in CD ist eine Eröfnung mit einer Mutter bey nahe $3\frac{1}{2}$ Linie weit. Oben wird der Deckel DE angeschraubet, damit weder Staub hinein fallen, noch der Stempel zu weit heraus gewunden werden kan. In der Mitten des Deckels ist ein rundes Loch 2 Linien weit, dadurch die Stange des Stempels gehet. Oben an der Stange des Stempels KI ist ein Grif FGH,

Besondere Art der Luft-Pumpe.

Tab. XIV. Fig. 80.

Beschaffenheit des Rohres.

Des Stempels und seiner Stange.

§. 139. FGH, dabey man den Stempel bequem heraus ziehen und hinein stossen kan. Mitten in H ist ein rundes Loch zum Gebrauch in anderen Versuchen. Unten in K ist ein hohler Cylinder angelöthet, der in L ein kleines Löchlein hat, dadurch die Luft heraus fähret, die ausgepumpet wird. Dieser Cylinder ist 6½ Linie lang, 4 L. im lichten weit. Bis zu dem Löchlein L sind etwas über 4 Linien, und bis dahin ist inwendig eine Mutter, darein man den Stempel MNOP schrauben kan. Derselbe bestehet aus der Schraube Q und einigen theils meßingenen, theils von Gorck gemachten, theils ledernen Platten. Die Schraube Q ist so lang als die Mutter in dem Cylinder KL und so weit als eben derselbe im lichten. An dieser Schraube ist zu Ende eine meßingene Platte RS eine Linie dicke, aber nicht völlig so breit als das Rohr ABCD im lichten. Unter der Platte ist eine Stange TV, darein die Scheiben von Gorck und Leder kommen. Man kan sie auch aus blossem Leder, wie im Stempel der grossen Luft-Pumpe (§. 71.) machen. Diese Scheiben sind so breit, daß sie an das Rohr überall anschliessen, damit darzwischen keine Luft durchkommen kan. Die Stange TV ist etwas über 5 Linien lang, und nebst der grossen Schraube Q wie eine Röhre durchbohret, dadurch die Luft aus dem Gefässe, welches man

man auspumpen will, zu dem Löchlein L §. 139.
kommt. In V wird endlich eine meßingene Platte, die so groß wie die obere RS ist, angeschraubet, damit man die weichen Scheiben feste an einander drucken kan. Dieser Stempel wird wie in der grossen Luft-Pumpe mit Baum-Oel eingeschmieret. Endlich wird das Ventil Q aus ein wenig Blase gemacht. Nemlich man nimmet einen schmalen Streifen Blase, so viel das Löchlein in Q bedecken kan, spannet es aus so viel man kan, und bindet es mit einem Faden zwischen den Gewinden der Schraube an: zu welchem Ende auch die Schraube zu beyden Seiten in dem obersten Gewinde platt gemacht ist, damit die Blase nicht abgleiten kan. Denn weil die Luft, welche aus dem Gefässe durch den Stempel gehet, zwar die Blase in die Höhe stossen kan; hingegen wenn sie zurücke drucket, dieselbe fest andrücket: so vertritt sie die Stelle eines Ventiles, und lässet die Luft zwar heraus, aber nicht wieder hinein. Und diese Luft-Pumpe hat den Vortheil, daß man ohne Unterlaß nur den Stempel heraus ziehen, und gleich wieder hinein stossen darf, indem sich das Ventil selbst eröfnet und schliesset, auch die Bewegung nur in einer geraden Linie geschiehet, und nicht so beschwerlich ist, wie bey der grossen das Winden. Die Blocke ABDC ist oben mit Meßing eingefasset

Des Ventiles.

Tab. XIV. Fig. 71. Beschaffenheit der Glocke.

§. 139. fasset, und hat in F eine Schraube mit einem Ventile von Blase, die gleichfalls wie eine Röhre durchbohret. Darauf wird das Rohr der Luft-Pumpe geschraubet, wenn man die Luft auspumpen will. Wenn es geschehen, und man schraubet sie ab; so lässet das Ventil keine Luft wieder hinein. Wenn man nun diese kleine Luft-Pumpe auf die kleine Glocke schraubet, die nicht viel grösser ist als ein Kopf, der zum Schröpfen gebrauchet wird, die Glocke auf die Hand oder den Arm setzet, und etwas andrucket, damit an dem Rande keine Luft durchkommen kan, und nach diesem, wie vorhin gemeldet, die Luft auspumpet; so hanget sie feste an der Hand, oder dem Arme, und tritt gleichfalls unter ihr, wie in dem Kopfe, das Fleisch in Gestalt eines Kugel-Stückes in die Höhe. Wolte man nun die Haut wie bey dem Schröpfen einhauen; so würde auch hier das Blut die Glocke, wie dort den Kopf erfüllen. Wenn man diese Luft-Pumpe zu eben denen Versuchen brauchen wolte, die wir oben mit der grossen angestellet; so dürfte man nur einen kleinen Teller mit einem Hahne haben, damit man unten Luft hinein lassen könnte, wenn man die Glocke wieder los haben wolte. Und da dergleichen kleine Luft-Pumpe mit gar wenigen Kosten angeschaffet werden kan, auch wenn man sie etwas grösser machen

Versuch, wodurch das Schröpfen erläutert wird.

Wie man alle übrige Versuche damit machen kan.

lässet

läſſet, als wie ich ſie beſchrieben (wiewohl man ſie nicht gar zu weit muß machen laſſen, damit es nicht zu ſchwer fället den Stempel heraus zu ziehen): ſo könnte man ſie bequem auf Schulen gebrauchen, um der Jugend einigen Begrif von den Eigenſchaften der Luft und ihren Würckungen beyzubringen. Denn man würde die meiſten Verſuche im kleinen zeigen können, die wir mit unſerer Luft-Pumpe entweder im groſſen bereits gemacht, oder noch machen werden. Mit einem Worte, man würde ſo viel damit ausrichten können, daß man diejenigen Wahrheiten dadurch beſtätigen könnte, die man durch die Luft-Pumpe entdecket: ob man gleich nicht damit auskommen könnte, wenn einige Sachen zu genauer Berechnung umſtändlicher und im groſſen müſſen unterſuchet werden, als wenn man die Art der Schwere in der Luft ausmachen will (§. 86.). Da ich bereits einen kleinen Teller mit einem Hahne habe (§. 107.): hätte ich nur einige Glocken dürfen verfertigen laſſen, darauf ich meine kleine Luft-Pumpe hätte ſchrauben können, und es wäre mir leicht geweſen, alles zu verſuchen, was ſich damit ausrichten läſſet, und hier genauer zu beſchreiben: allein ich halte es für unnöthig, weil ein jeder, welcher mit Bedacht lieſet, wie die Verſuche mit der groſſen Luft-Pumpe angeſtellet worden, (*Experim. T. I.*). Aa auch

§. 139.

Wo ſie gute Dienſte thun könnte.

Warum der Autor die Verſuche nicht damit angeſtellet.

§. 139. auch in dem Stande ist alles mit der kleinen nachzumachen, so viel es sich thun lässet. Und eben dieses ist die Ursache, daß ich nicht hieher setze, wie weit jede Würckung und mit was für einem Unterscheide sie erfolgen muß, wenn man die kleine Luft-Pumpe an statt der grossen gebrauchet, unerachtet ich alles ohne Versuchen durch blosses Nachdencken hätte heraus bringen und zulänglich erweisen können.

Warum eine gläserne Glocke an dem Teller hangen bleibet, wenn die Luft durch die Wärme verdünnet wird. Tab. XIV. Fig. 82.

§. 140. Ich will demnach lieber fortfahren diejenigen Versuche zu beschreiben, wodurch bestätiget wird, daß es einerley sey, ob man die Luft durch Wärme, oder durch Auspumpen verdünnet. Zu dem Ende habe ich eine gläserne Glocke ABC, die im Glase etwas starck ist, damit sie die Wärme desto besser vertragen kan, in einen messingenen Ring BCED kütten lassen, daß sie nicht etwan springet, wenn sie warm ist und auf das mit frischem Wasser angefeuchtete, auch nach Erforderung der Umstände wohl gar begossene Leder auf dem Teller gesetzet wird.

Beschreibung des Versuches.

Damit ich nun die Luft unter der Glocke verdünnen möchte, habe ich in ein viereckichtes Gefäßlein von Bleche ein wenig spirirum vini oder auch nur starcken Brandtwein gegossen und ihn angezündet, die Glocke eine Weile darüber gehalten, jedoch dergestalt, daß sie unten das Leder auf dem Teller nicht berühret, damit die Luft einen

Aus

Ausgang finden möchte. Endlich habe ich die Glocke an das Leder auf dem Teller angedruckt; so ist der spiritus vini, oder auch der starcke Brandtwein verloschen, und die Glocke fest an dem Teller hangen blieben, nicht anders, als wenn ich die Luft ausgepumpet hätte. Und es ist auch in der That so viel, als wenn die Luft wäre ausgepumpet worden. Denn wenn die Luft durch die Flammen des entzündeten spiritus vini oder starcken Brandtweins unter der Glocke ABC erwärmet wird (man kan es aber auch daher spüren, daß die Luft dadurch erwärmet werden muß, indem selbst die Glocke davon so heiß wird, daß man die Hand kaum daran leiden kan, wenn man sie gleich gantz kurtze Zeit darüber hält); so breitet sie sich durch einen grössern Raum aus (§. 133.). Derowegen weil sie unten nicht aufstehet, so gehet ein Theil davon heraus, und bleibet demnach weniger Luft unter der Glocke, als vorher darunter war. Die Luft mag so warm worden seyn, als sie will, so lässet sie doch bald ihre Wärme wieder fahren und wird kalt (§. 134.). Wenn nun die Luft kalt wird, so wird ihre ausdehnende Kraft vergeringert, die bloß durch die Wärme dergestalt war verstärcket worden, daß dünnere Luft der dichteren die Wage halten konnte (§. 133.). Derowegen haben wir unter der Glocke dünnere Luft

§. 140.

Erklärung desselben.

§. 140. als ausser ihr, und zugleich schwächere, als die von aussen auf die Glocke drucket. Durch das Auspumpen wird die Luft gleichfalls dünner und schwächer gemacht (§. 81.), und demnach ist es eben so viel, als wenn man aus der Glocke ABC Luft ausgepumpet hätte. Nun wissen wir, daß, wenn die Luft unter der Glocke durch Auspumpen verdünnet wird, die Glocke so feste an dem Teller hangen bleibet, daß man sie nicht anders als mit grosser Gewalt davon losreissen kan (§. 105.): derowegen muß eben solches erfolgen, wenn man die Luft unter der Glocke auf vorgeschriebene Art und Weise erwärmet. Ein jeder begreifet hieraus ferner, daß die Glocke um so viel fester an dem Teller hangen muß, je mehr die Luft unter ihr durch die Wärme verdünnet wird, massen wir gesehen haben, daß die Glocke um so viel fester an dem Teller hangen bleibet, je mehr man sie durch Auspumpen verdünnet. Man kan es aber in einer Glocke, die von Glase starck ist und unten einen messingenen Rand hat, ohne einige Gefahr, daß sie zerspringet, im Erwärmen weit bringen. Es erhellet auch nicht weniger, daß die Glocke um so viel stärcker angedrucket werden muß, je weiter sie im Diameter ist, und selbst die Rechnung giebet es, die wir vorhin von dem Schröpfen beygebracht (§. 138.). Die Glocke, welche

Wenn die Glocke starck angedruckt wird.

Andere Ursache davon.

che ich gebrauchet, hat im Diameter 35½ L. oder, wenn man den messingenen Rand, darein sie gekittet ist, mit hinzurechnet, wie sichs gehöret, 42 Linien. Ihre Höhe, darauf es zwar bey gegenwärtigen Versuche nicht ankommet, ist 67½ Linie. §. 140.

§. 141. Aus demjenigen, was wir von der gläsernen Glocke beygebracht, erhellet zugleich, was es für eine Beschaffenheit mit dem gemeinen Versuche hat, der viele in Verwunderung setzet, und daher auch in unsere Kunst-Bücher als eine wundernswürdige Sache gesetzet wird, nemlich wie man mit einem Wein-Glase einen schweren Mörser in die Höhe heben kan. Ich habe ihn auf folgende Weise angestellet. Von reckenem Mehle und Wasser habe ich einen Teig eingerühret, bis er so starck worden, als man die Nudeln zu machen pfleget, damit man die Gänse stopfet, oder daß er nicht an den Fingern hangen bleibet, wenn man ihn drucket. Von diesem Teige habe ich auf den Boden AB eines Mörsers ABCD einen Ring herum gemacht, der bey nahe den gantzen Boden eingenommen, ohngefehr einen Finger dicke. Man könnte auch den gantzen Boden damit bedecken: allein es ist der Teig nicht weiter nöthig, als wohin das Glas zu stehen kommet. Nach diesem habe ich, wie vorhin bey der Glocke

Warum man mit einem Glase einen Mörser in die Höhe heben kan.

Beschreibung des Versuches.

Tab. XV. Fig. 83.

§. 141. (§. 140.), in ein kleines viereckichtes Gefäßlein von Bleche ein wenig spiritum vini gegossen, und ihn mit einem brennenden Papiere angezündet. Ueber die helle Flamme des entzündeten spiritus vini habe ich ein Wein-Glas dergestalt gehalten, daß die Flamme gantz hinein geschlagen, jedoch zwischen dem Rande des Glases und dem Rande des Gefäßleins noch einiger Raum übrig geblieben, damit die Flamme nicht erstickt würde, sondern so lange daurete, als ich es genung zu seyn erachtete die Luft im Glase hinlänglich zu erwärmen. Als nun das Glas E sehr heiß war, nahm ich es behende von dem spiritu vini weg, und druckete es in den Teig auf den Boden des Mörsers, so daß der Rand tief einschnitt, und darzwischen keine Luft ins Glas kommen konnte.

Vorsichtigkeit im Versuchen.

Sturm a) will, man soll einen ledernen Ring auf den Boden des Mörsers legen, den man vorher im Wasser weich werden lassen, sonder Zweifel, weil man dergleichen auf dem Teller der Luft-Pumpe gebrauchet, daran die gläserne Glocken feste angedrucket werden. Allein ich finde hierbey zweyerley Beschwerlichkeiten, warum ich lieber Teig dazu genommen. Denn erstlich sind die Wein-Gläser, oder auch andere Bier-

a) in Colleg. Curioso part. 1. Tom. 6. §. 10. p. 39.

Bier-Gläser, die man hierzu brauchet, unten nicht recht eben, wie die Glocken, welche zu dem Ende abgeschliffen werden. Und daher pfleget es nach diesem zu geschehen, daß das Glas auf dem Leder nicht überall gleich einschneidet, und an einigen Orten die Luft durchlässet: wodurch der gantze Versuch verdorben wird. Wenn man das Glas sehr heiß werden lässet, und bringet es auf das nasse Leder; so geschiehet es ferner gar ofte, daß es unten zerspringet, und also nicht allein das Glas, sondern auch der gantze Versuch zu Schanden gehet. Bey dem Teige aber hat man dergleichen Unfall keinesweges zu besorgen. Ich habe auch mehrerer Sicherheit halber den Teig rings herum, wo das Glas eingeschnitten, an dasselbe angedrucket, und nach diesem unverrücket stehen lassen, bis es kalt worden. Alsdenn habe ich den Stiel des Glases mit der Hand umgriffen, daß der Boden auf denen in die Runde gebogenen Fingern willig geruhet, und damit den Mörser frey aufheben und herum tragen können. Ich habe es bis auf den andern Tag so stehen lassen, und gefunden, daß das Glas noch eben so feste an dem Mörser gehangen, als den vorhergehenden. Warum das Glas und der Mörser so feste an einander hangen, ist aus dem vorhergehenden abzunehmen. Es geschiehet nemlich auf eben die Weise, wie die §. 141. Ursache davon.

§. 141. Glocke an den Teller von der äusseren Luft angedrucket wird, wenn die innere durch die Wärme verdünnet worden (§. 140.). Und demnach ist nicht nöthig, daß ich es ausführlicher erkläre. Unterdessen damit wir erkennen mögen, die Luft sey starck genung das Glas so feste an den Mörser zu drucken, daß er sich durch seine Schwere davon nicht loßreissen kan; so wollen wir die Kraft der Luft, wodurch das Glas an den Mörser angedrucket wird, ausrechnen, und mit der Schwere des Mörsers vergleichen. Der Diameter des Wein-Glases, dessen ich mich bedienet, ist 212 Scrupel, folgends die Mündung 353. Linien (§. 168. Geom.). Weil nun die Luft das Glas so starck gegen den Mörser drucket, als eine Wasser-Säule, die 32 Schuhe hoch ist, aber zu ihrer Grund-Fläche 353 Linien hat (§. 89.), folgends deren Inhalt 1129 Zoll hat (§. 221. Geom.), ein Cubic-Zoll Wasser aber 495 Gran hält (§. 7.); so drucket sie auf das Glas mit einer Kraft von 558855 Granen, oder noch über 74 Pfund Der Mörser wog nicht völlig 9 Pfund, welches noch nicht der achte Theil von derjenigen Kraft ist, dadurch das Glas an den Mörser gedruckt wird. Wenn demnach die ausdehnende Kraft der Luft unter dem Wein-Glase nur um den achten Theil vergeringert worden; so hat die äussere Luft das Glas so starck andrucken kön-

Mathematischer Beweis.

können, daß der Mörser durch seine Schwe- §. 141.
re sich davon nicht loßreissen können. Die Kraft aber der Luft unter dem Glase ist so viel vergeringert worden, wenn nur der achte Theil Luft durch die Wärme heraus getrieben worden (§. 125.). Damit wir demnach destoweniger daran zweifeln, es könne die Luft einig und allein das Glas und Mörser so feste zusammen drucken; so müssen wir noch durch andere Versuche zeigen, wie viel die Luft sich durch die Flamme des spiritus vini, die ich dazu gebrauchet, verdünnen lässet Ehe ich aber solches thue, muß ich nur noch erinnern, wie das Glas von der Glocke abgesondert wird, wenn es an sie so feste angedrucket wird, daß man es durch grosse Gewalt loßreissen müste, indem man keine Luft unter das Glas lassen kan, wie bey den Glocken geschiehet, die an dem Teller der Luft-Pumpe feste hangen bleiben Es ist demnach zu mercken, daß der Teig mit einem Messer rings herum weggenommen wird; so lässet sich das Glas im Kreise herum drehen, und dadurch von dem Mörser loßreissen, ohne daß man den geringsten Widerstand verspüret, massen die Luft nach Perpendicular-Linien an den Boden des Mörsers das Glas drucket, der Bewegung aber im Kreise herum keinesweges widerstehet; in dieser Bewegung aber, sonderlich wenn der Teig weggenommen und von

Wie das Glas von dem Mörser wieder loßgemacht wird.

§. 141. Was der Teig eigentlich nützet.

innen noch weich ist, gar leichte Luft darzwischen kommen kan. Als ich solchergestalt das Glas wegnahm, so sahe man, daß es die Luft durch den gantzen Teig durch bis an den Mörser gedruckt hatte, und demnach der Teig bloß hinderte, daß die Luft nirgends, wo das Glas nicht feste aufstund, durchkommen konnte. Unerachtet aber der Teig ausser dem Glase gantz trocken worden war, und eine harte Rinde bekommen hatte, so war er doch unter dem Glase gantz feuchte und weich, nicht anders als wenn er jetzt frisch wäre eingemacht worden: welches uns künftig zu andern Versuchen Anlaß geben wird. Man siehet nemlich, daß in verdünneter Luft die Sachen nicht so starck ausdünsten, als wie in der dichten und freyen.

Zufällige Anmerckung und ihr Nutzen.

Wie viel die Luft durch brennenden spiritum vini verdünnet wird.

§. 122. Damit man nun augenscheinlich sehen möchte, daß sich die Luft durch die Flamme des entzündeten spiritus vini, welche ich bey dem vorhergehenden Versuche gebrauchet, so viel verdünnen lässet, als nöthig ist, wenn Glas und Mörser so feste an einander hangen sollen, daß sich der Mörser durch seine Schwere davon nicht losreissen kan; so habe ich es auf folgende Weise versuchet.

Tab. XIV. Fig. 84. Beschreibung des Versuches.

Ich habe den messingenen Teller AB von der Luft-Pumpe abgeschraubet, und auf einen Hahn C wiederum aufgeschraubet. Auf den Teller habe ich gewöhnlicher Weise ein naß-

nasses Leder geleget (§. 80.), damit sich die Glocke andrucken liesse, und nirgends an dem Rande von aussen Luft darunter kommen konnte. Nach diesem habe ich die Glocke D, welche in einen messingenen Rand eingefasset ist (§. 140.), über den in dem viereckichten Gefäßlein von Bleche entzündeten spiritum vini dergestalt wie vorhin (§. 141.) das Wein-Glas gehalten, auch nicht eher weggenommen, als bis sie so heiß ward, daß man sie nicht mehr bequem halten konnte, wie ich es vorhin (§. cit.) mit dem Wein-Glase gemacht hatte. So bald ich sie von der Flamme des spiritus vini wegnahm, druckte ich sie an den Teller an vermittelst des messingenen Randes, der über das Glas etwas hervor gieng und nicht so warm worden war als die Glocke. §. 142.

Damit ich auch destomehr versichert war, daß von aussen keine Luft unter die Glocke kommen könnte, indem ich sie wieder kalt werden ließ; goß ich auf den Teller, welcher zu dem Ende einen erhabenen Rand hat, rings herum Wasser, als wodurch die Luft nicht kommen kan. Da nun die Glocke sich abgekühlet hatte, daß man mit der Hand keine Wärme vespürete, von dem äusseren Wasser aber nichts in die Glocke hinein gedrungen war, welches zu geschehen pflegt, wenn sie nicht überall feste genung auf dem Leder aufstehet; so nahm ich eine Vorsichtigkeit im Versuchen.

Schüs-

§. 142. Schüssel mit Wasser, setzte den Hahn darein und eröfnete ihn. Kaum konnte ich den Hahn C eröfnen, so sprung das Wasser durch die Eröfnung der Röhre F, die ich auf den Teller geschraubet hatte, bis oben an die Glocke hinein, und, nachdem dieses eine kleine Weile gewähret, sahe man es nur durch gedachte Eröfnung langsam hinein quellen. Als kein Wasser mehr hinein kam, und ich dessen Höhe genau abzumessen mich bemühete, fand ich, daß es etwas mehr als den fünften Theil hoch stund, und, da die Glocke bey nahe einerley Weite ist, ausser daß der messingene Ring inwendig einen weitern Raum als sie hat, solchergestalt den funften Theil von dem Raume unter der Glocke erfüllete. Als ich die Glocke von der einen Seite andruckete, von der andern aber ein wenig erhöhete, sahe ich, daß einige Blasen Luft durch das Wasser hinein fuhren, weil nemlich die Luft unter der Glocke über dem Wasser nicht so dichte war als die äussere (§. 95.). Und demnach ist klar, daß die Luft mehr als dem fünften Theil durch die Flamme des entzündeten spiritus vini verdünnet worden. Derowegen da in dem vorigen Versuche mit dem Mörser die Luft nicht weiter als den achten, ja wohl gar den neunten Theil verdünnet seyn dürfte, wenn das Wein-Glas den Mörser erhalten solte (§. 141.); so siehet man augenscheinlich, daß

Luft wird um den fünften Theil verdünnet.

Wie dadurch die Ursache des vorigen Versuches bestätiget wird.

der

der Druck der äusseren Luft zureichet Mörser und Glas so feste mit einander zu vereinigen. Ja man siehet, daß sich noch ein viel schwererer Mörser durch eben dieses aufheben liesse, auch wenn die Luft nicht anders als durch die Flamme des spiritus vini und nicht mehr wie vorhin verdünnet würde. Denn da (§. cit.) das Wein-Glas an den Mörser mit der Kraft von 74 Pfunden und darüber gedrucket wird, die innere Luft aber um den fünften Theil schwächer ist als die äussere (§. 125.); so könnte man einen Mörser von 15 Pfunden dazu genommen haben, und das Glas würde ihn so wohl als den vorigen erhalten haben. Warum aber das Wasser durch den Hahn unter die Glocke hinauf gestiegen, darf hier nicht erst insbesondere erkläret werden. Ich habe schon erwiesen (§. 140.), daß wenn die Glocke wieder abgekühlet worden, es eben so viel sey, als wenn man die Luft unter ihr mit der Luft-Pumpe verdünnet hätte. Wenn man in einem Gefässe durch die Luft-Pumpe die Luft verdünnet, und die Eröfnung ins Wasser setzet; so springet anfangs das Wasser hinein, nach diesem aber quillet es bloß hinein (§. 98.). Derowegen muß auch dieses in gegenwärtigem Falle erfolgen. Es ist wohl wahr, daß oben eine Kugel dazu gebrauchet worden: allein ich habe es auch zu anderer Zeit mit der Glocke gemacht. Und kan

§. 142.

Ursache dessen, was der Versuch zeiget.

§. 142. kan man aus diesem Versuche ersehen, wie reine die Luft aus der Glocke ausgepumpet worden: wie wohl man dabey auf die Verdünnung der Luft über dem Wasser mit acht geben muß (§. 95.), welche aber in gegenwärtigem Falle nicht viel zu sagen hat.

Beschaffenheit der ausdehnenden Kraft der Luft.

§. 143. Um destomehr zu erkennen, was die geringe Flamme des entzündeten spiritus vini, damit die Luft unter der Glocke erwärmet worden, für Veränderungen in ihr hervorbringet; habe ich in dasjenige Glas, dessen Durchschnitt 95 Quadrat-Linien hält, und darinnen ich die Luft mit der Hand erwärmet (§. 137.), eine Röhre gekittet, die beynahe oben an der Glocke anstieß, und über dem Wasser, welches ich hinein gegossen hatte, 112 Scrupel hoch Luft gelassen. Nachdem ich dieses Glas AB mit der eingekitteten Röhre CD auf den Teller mit dem verschlossenen Hahne gesetzet hatte; habe ich die Luft unter der Glocke wie vorhin (§. 142.) durch die Flamme des entzündeten spiritus vini erwärmet, und, so bald die Glocke sehr heiß ward, über das Glas gedecket. In einem Augenblicke stieg das Wasser durch die gantze Röhre in die Höhe, und lief davon etwas weniges oben heraus. Nach diesem blieb es beständig stehen, und ging kein Tropfen weiter heraus, und geschahe demnach währender Zeit, daß die Glocke wiederum

Beschreibung des Versuches. Tab. VIII. Fig. 58.

derum kalt ward, nicht die allergeringste Veränderung. So bald die Glocke gantz abgekühlet war, daß man keine Wärme mehr mit der Hand verspürete; eröfnete ich den Hahn unten an dem Teller, und ließ von aussen Luft hinein. Da fiel nicht allein das Wasser aus der Röhre CD in das Glas AB völlig zurücke; sondern es gieng auch einige Luft hinein, welches man durch die Blasen, die aus der Röhre kamen, und durch das Wasser im Glase durchfuhren, abnehmen konnte. Es ist gewiß, daß, so lange die Luft unter der Glocke warm ist, ihre ausdehnende Kraft grösser ist, als wenn sie wiederum kalt worden (§. 133.). Nun ist sie anfangs, wenn die Glocke über das Glas mit der Röhre gedecket wird, wärmer als nach diesem, wenn die Glocke wiederum kalt worden. Derowegen muß sie der Luft in dem Glase, welche über dem Wasser verschlossen ist, mehr widerstehen im Anfange, wenn man die Glocke darüber decket, als nach diesem, wenn sie wieder kalt worden ist. Je weniger die Luft unter der Glocke der im Glase widerstehet, je höher muß diese in der Röhre CD das Wasser durch ihre ausdehnende Kraft treiben. Und demnach solle es am Ende des Versuches höher steigen als im Anfange. Es findet sich aber eben das Widerspiel: denn im Anfange lauft es gleich oben heraus, zu Ende

§. 143.

Ursache davon.

Was sich hier für eine Schwierigkeit ereignet.

§. 143. Ende stehet es bloß in der Röhre stille. Man siehet demnach, daß die im Glase über dem Wasser eingeschlossene Luft anfangs auch einige Veränderung von der Wärme leiden muß. Nemlich das Glas und die Luft darinnen ist kälter als die unter der Glocke erwärmete Luft. Da nun aber die Veränderungen durch die Wärme, sonderlich in der Luft, sehr schnelle sich ereignen (§. 134.); so kan man kaum die Glocke über das Glas AB decken, und die Wärme fähret aus der Luft unter der Glocke so wohl in das Glas als die darinnen enthaltene Luft. Weil nun die Luft in dem Glase wärmet; die unter der Glocke aber kälter wird, welche mitlerweile auch dadurch Abbruch leidet, weil ein Theil der Wärme durch die Glocke in die äussere Luft fähret: so wird die eingeschlossene Luft stärcker, die in der Glocke aber schwächer (§. 133.). Es wird aber die eingeschlossene Luft nicht allein durch die Wärme verstärcket, sondern ist auch schon vor sich stärcker, weil sie dichter ist, als die äussere (§. 18.). Und demnach sind zwey Ursachen, warum sie stärcker ist als die äussere unter der Glocke. Indem die Luft unter der Glocke kälter wird, weil die Wärme durch die Glocke in die äussere fähret; so gehet auch die Wärme wieder aus der Luft im Glase heraus, und wird dieselbe kälter, folgends schwächer (§. 133.). Und dem-

Wie sie gehoben wird.

demnach kan es geschehen, daß wenn gleich §. 143.
die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke stärcker ist, indem sie noch etwas warm, als wenn sie wieder gantz kalt worden ist, dennoch die Luft in dem Glase stärcker als sie seyn kan, wenn ihre ausdehnende Kraft von der Wärme vermehret wird, als wenn sie bloß ihre ordentliche ohne diese Vermehrung hat. Wie Luft wiederum von aussen durch den eröfneten Hahn unter die Glocke gelassen wurde; ward die Luft so dichte wie die äussere und bekam daher auch mit ihr einerley ausdehnende Kraft. Da nun vorher die ausdehnende Kraft der im Glase eingeschlossenen Luft und das Wasser in der Röhre zusammen der Luft unter der Glocke die Wage hielt; so muste jetzt dieselbe stärcker seyn als die erwehnten beyden Kräfte zusammen und demnach muste das Wasser in der Röhre weichen und sich wieder in das Glaß hinein ziehen. Nun ward zwar dadurch die Luft im Glase wiederum zusammen gedrucket und dadurch ihre ausdehnende Kraft verstärcket (§. 123): jedoch weil etwas Wasser oben zur Röhre herausgelaufen war, so konnte die Luft im Glase nicht wieder so dichte werden, als wie sie im Anfange war, unerachtet alles Wasser aus der Röhre sich hinein gezogen hatte. Weil nun aber die Luft unter der Glocke nunmehro

Ursache der übrigen Begebenheiten bey dem Versuche.

§. 143. ro so dichte war, wie anfangs die im Glase; so war auch nicht möglich, daß sie durch ihre ausdehnende Kraft der äusseren die Wage halten konnte, als bis eben so viel Luft in das Glas hinein kam, als Wasser heraus gelaufen war. Und aus dieser Ursache sahe man die Luft durch die Röhre in das Glas, und daselbst durch das Wasser in den oberen Theil des Glases dringen. Unterdessen siehet man auch hieraus, daß, wenn unter einer Glocke die Luft durch Wärme verdünnet wird, zu Ende, da sie wiederum kalt worden, eben dergleichen Würckungen in der verdünneten Luft sich ereignen, dergleichen man wahrgenommen, da wir die Luft durch die Luft-Pumpe ausgepumpet, ob zwar in einem geringern Grade (§. 99.), weil die Luft hier nicht so dünne wie dort gemacht worden, und im Anfange mit einigem Unterscheide, den die Wärme verursachet.

Wie die Luft unter der Glocke sich nach und nach abkühlet.

§. 144. Ich habe auch unter die Glocke, nachdem ich die Luft durch die Flamme des entzündeten spiritus vini erwärmet hatte, auf den Teller mit dem Hahne ein Glas mit Wasser gesetzet, und darein eine gläserne Kugel AB mit einer Röhre BC gestellet. In eben dem Augenblicke, da ich die Glocke über das Glas gedecket, sind unten durch die Eröfnung der Röhre C viele Blasen hinter einander sehr geschwin-

Tab. VIII. Fig. 56. Beschreibung des Versuches.

de

de herausgegangen. Nach diesem kam immer erst in einer guten Weile eine Blase nach der andern heraus und hielt es sonderlich um die letzte sehr schwer, ehe die Blase gantz heraus gieng, und sich von der Röhre absonderte. Man erkennet aus demjenigen, was bey dem vorhergehenden Versuche erinnert worden, daß die ausdehnende Kraft der in der Kugel eingeschlossenen Luft aus einer doppelten Ursache stärcker worden, als die Kraft der Luft unter der Glocke, nemlich einmal weil die Luft unter der Glocke dünner war, als die in der Kugel und die Wärme den Abgang der Kraft, welche sie dadurch erlitten, nicht völlig ersetzet; darnach aber und hauptsächlich, weil die Luft in der Kugel erwärmet worden. Derowegen ist es kein Wunder, daß sie sich so schnelle ausgebreitet, und daher ein Theil davon aus der Röhre heraus gegangen, und durch das Wasser in die Höhe gestiegen. Nach diesem ist zwar die Luft unter der Glocke kälter, und dadurch ihre ausdehnende Kraft schwächer worden (§. 133.: allein weil auch zugleich die Wärme der Luft in der Kugel wieder heraus fahren müssen (§. 134.); so ist auch ihre ausdehnende Kraft der Kraft der Luft unter der Glocke nicht so starck überlegen gewesen, als sonst würde geschehen seyn, wenn sie so warm verblieben wäre, als sie im Anfange war. Da nun §. 144. Ursache davon.

§. 144. aus diesen Ursachen die ausdehnende Kraft der Luft in der Kugel der Kraft der Luft unter der Glocke wenig überlegen gewesen: so haben auch die Blasen gar langsam heraus fahren und sich von der Röhre absondern können. Unterdessen da sie durch das Wasser einmal wie das andere in die Höhe steigen, die Luft unter der Glocke mag starck, oder schwach darauf drucken; so sind auch die Blasen durch das Wasser schnelle durchgefahren, nachdem sie einmal von der Röhre loß gewesen. Weil es aber eine gute Weile gedauret, ehe eine Blase auf die andere erfolget; so erkennet man daraus, daß die ausdehnende Kraft der Luft in der Kugel über die in der Glocke langsam zugenommen, folgends da die Ursache ihrer Zunahme keine andere ist, als daß die Luft unter der Glocke kälter worden, auch die Luft ihre Wärme nach und nach verliere. Und indem wir insonderheit wahrgenommen, daß die Blasen gegen die letzte sehr langsam auf einander gefolget und über die massen schwer zugegangen, ehe sie sich von der Röhre loßreissen können: so können wir auch durch dasjenige, was erst gesaget worden, sehr wohl begreifen, daß sonderlich um die letzte die Luft ihre Wärme sehr langsam fahren lassen: woraus denn endlich folget, daß, je weniger die Luft Wärme überflüssig hat, je langsamer sie dieselbe fahren lasse, und sie sich

Was aus diesem Versuche erfolget.

Luft läßt die Wärme langsam fahren, wenn sie wenige hat.

§. 144.

Fortsetzung des Versuches.

Ursache dessen, was erfolget.

Schwierigkeit wird gehoben.

sich demnach, wenn sie sehr heiß ist, anfangs geschwinde, nach diesem aber langsam abkühle. Als die Glocke wiederum kalt worden war, und ich den Hahn eröfnete, daß die Luft von aussen hinein dringen konnte: stieg das Wasser aus dem Glase BC behende in die Kugel AB und erfüllete nicht allein die gantze Röhre, sondern stund auch in der Kugel $5\frac{1}{2}$ Linie hoch, unerachtet der Diameter der Kugel kaum 14. Linien groß war. Wenn wir erwegen, daß so bald die Luft unter der Glocke kalt worden, es eben so viel ist, als wenn man sie durch Auspumpen verdünnet hätte (§. 140.), das Wasser aber alsdenn aus dem Glase in die Kugel getrieben wird, so bald man wiederum Luft von aussen hinein lässet (§. 97.); so werden wir auch verstehen, daß solches hier gleichfalls erfolgen müssen und auf eben die Art alles zugegangen, wie ich es dort erkläret habe. Indem wir uns besinnen, daß in die Glocke nur der fünfte Theil Wasser gestiegen, als die Luft unter ihr durch den spiritum vini war verdünnet worden (§. 142.); so durfte es uns wundern, daß hier so viel Wasser in die Kugel gestiegen, denn wir solten meinen, es könnte nach Proportion nicht mehr Wasser in die Kugel aus dem Glase als durch den Hahn unter die Glocke steigen. Allein es ist zu mercken, daß man anfangs die Proportion des Wassers zu

§. 144. der Luft in der Kugel nicht aus den Höhen abnehmen kan, wie in der Glocke, die durchaus von einerley Weite ist. Darnach ist auch eben nicht gewiß, ob durch den entzündeten spiritum vini die Luft unter der Glocke einmal so sehr verdünnet worden, als das andere. Ja es kan auch die Luft unter der Glocke wärmer seyn als die in der Kugel, oder einmal sich mehr abgekühlet haben als das andere. Und dannenhero darf uns hierdurch kein Zweifel gemacht werden.

Wie man im Nothfalle die Luft ohne die Luft-Pumpe zu verdünnen hat.

§. 145. Weil aus denen (§. 142. 143. 144.) angeführten Versuchen erhellet, man könne auch unter einer Glocke, da die Luft durch ein wenig angezündeten spiritum vini verdünnet worden, diejenigen Versuche in etwas anstellen, wodurch die Eigenschaften der Luft erläutern werden: so siehet man augenscheinlich, wie man die meisten Eigenschaften der Luft, auch wenn man keine Luft-Pumpe hätte, doch durch eben dergleichen Versuche zeigen könnte, als man mit der Luft-Pumpe anzustellen pfleget. Und wenn man Lust hätte auch auf diese Weise alles noch mit grösserem Fortgange zu zeigen, würden sich gleichfalls Mittel und Wege dazu an die Hand geben. Z. E. aus einer Kugel lässet sich die Luft durch glüende Kohlen gröstentheils heraus treiben. Wenn man so eine Kugel wieder kalt werden

den lässet (man kan aber auch Mittel erden- §. 145.
cken sie bald abzukülen); so ist es eben so viel, als wenn man die Luft ausgepumpet hätte (§. 142.). Schraubet man nun diese Kugel an den Teller, darauf die Glocke stehet, und eröfnet den Hahn; so kan man die Luft unter der Glocke um die Helfte, um zwey Drittheile und noch mehr gleich auf einmal verdünnen.

§. 139. Damit ich endlich auch zeigen möchte, was die ausdehnende Kraft vermag, wenn sie durch die Wärme vermehret wird und ihr etwas widerstehet, daß sich die Luft nicht ausbreiten kan: so habe ich eine dicke gläserne Kugel genommen, darein ein wenig spiritum vini oder Essig gegossen, und oben die Mündung feste verkittet. Ich habe nemlich ein Stücke Gorck in den Hals der Kugel feste hinein gestossen und es der Mündung gleich abgeschnitten. Nach diesem habe ich es mit warmen Peche umgossen und ein Stücke Blase darauf gedrucket. Die Blase habe mit Bindfaden feste angezogen und ferner damit nicht weniger feste umwunden, auch vielmal verschlungen. Endlich habe ich es noch einmal, so weit als die Blase gegangen, überpicht und einige Stunden so liegen lassen, daß das Pech recht harte worden. Warum ich so viele Weitläuftigkeiten gebrauchet, ist die Ursache diese gewesen, weil

Wie die erwärmte Luft Kugeln zersprenget.

Vorsichtigkeit im Versuche.

§. 146. ich zu unterschiedenen malen erfahren, daß, wenn der Gorck bloß verpicht, die Mündung aber nicht verbunden worden, die Luft durch ihre ausdehnende Kraft, welche durch die Wärme vermehret worden, den Stöpsel heraus gestossen, indem das Pech weich worden, und der Luft einen Ausgang aus der Kugel verstattet. Nun ist zwar wahr, daß man die Eröfnung mit einem festen Kütte verwahren könnte, der im Feuer nicht fliesset: allein ich habe zu diesem einigen Versuche nicht erst einen besondern Kütt machen wollen. Nachdem ich nun die Kugel genung verwahret, daß keine Luft heraus kommen konnte, auch der Stöpsel schwerer heraus zu stossen war, als die Kugel selbst zu zersprengen; so habe ich sie auf eine starcke Glut glühender Kohlen geleget und etwas bey Seite gesetzet, damit wenn die Kugel zerspringen solte, man nicht Schaden davon nehmen möchte. Als die Kugel eine Weile auf den Kohlen gelegen; ist sie mit einem grossen Krachen zersprungen und zwar ist das Krachen um so viel gröſſer gewesen, je stärcker die Kugel im Glase war und je schwerer es hergieng, ehe sie zerspringen konnte. Ich habe auch einmal eine Kugel, die doch aber eben nicht dicke war, ohne eine flüssige Materie hinein zu giessen, gantz leer, jedoch eben feste verwahret, auf gluende Kohlen geleget und gefunden, daß unten,

Behutsamkeit.

Warum man in die Kugel etwas flüssigts geußt.

wo

wo sie auf den Kohlen auflag, die Luft heraus fuhr und nur ein kleines rundes Löchlein machte; woraus zu ersehen, daß daselbst Glas auf der Glut der Kohlen angefangen zu schmeltzen und die Luft, welche durch ihre ausdehnende Kraft starck gedrucket §. 133., das weiche Glas daselbst durchbohret und das kleine Löchlein gemacht, wodurch sie nach diesem heraus fahren können und daher die Kugel nicht zersprenget. §. 146.

Und demnach siehet man hieraus, daß man nicht mehr Wasser, spiritus vini oder Essig ꝛc hinein giessen darf, als bis unten im Boden derjenige Theil bedecket ist, welcher auf den Kohlen aufliget indem das Glas anfangs nicht weiter schmeltzen kan, als es von den glüenden Kohlen berühret wird. Es hindert also die flüssige Materie, daß das Glas nicht schmeltzen kan. Ob aber auch dadurch zugleich die ausdehnende Kraft der Luft vermehret wird, oder nicht; lässet sich aus diesen Versuchen nicht wohl ausmachen: daher wir es zu weiterer Untersuchung ausgesetzt seyn lassen. Da es gleich viel ist, ob die Kraft der Luft durch die Wärme, oder das Zusammendrucken verstärcket wird, in so weit man auf weiter nichts als auf ihre Grösse siehet, und oben schon erkläret worden, wie die Luft, indem man sie starck zusammen drucke, gläserne Kugeln zersprenWie viel darein nöthig.

Ursache des Versuches.

§. 137. gen kan (§. 128.): so ist nicht nöthig hier von neuem zu zeigen, wie die erwärmete Luft dergleichen verrichtet. Unterdessen da man siehet, daß die Luft, welche in der Kugel erhitzet worden, mit so grosser Gewalt sich auszubreiten trachtet, daß sie auch starcke Kugeln zersprenget; so ist leicht zu erachten wie schnelle sie durch die andere Luft durch fahren muß, indem die Kugel springet und ihr Raum giebet sich auszubreiten. Und zwar begreift man, daß die Luft desto schneller sich ausbreiten muß, je schwerer es ihr wird die Kugel zu zersprengen, in diesem Falle aber die ausdehnende Kraft desto gröſſer seyn muß, von welcher Ursache auch die Geschwindigkeit herkommet, damit sie sich ausbreitet. Nun nimmet man das Krachen wahr, so bald die Luft heraus fähret und ist dasselbe um so viel stärcker, je heisser die Luft werden muß, ehe sie die Kugel zersprengen kan und je geschwinder sie sich demnach beweget. Derowegen erhellet, daß die Luft durch ihre schnelle Bewegung dieses Krachen verursachet.

Schnelle Bewegung der Luft.

Woher das Krachen kommet.

Das 6. Capitel.

Von der Luft, die in denen Cörpern verborgen ist.

§. 147.

Wie man Versuche mit flüssi-

Ich habe schon oben beyläufig angemercket (§. 88.), daß wenn die äusse-

äussere Luft, welche auf das Wasser drucket, weggepumpet wird, das Wasser voll Blasen wird, ingleichen wenn es in eine Kugel hinein quillet, daraus man Luft ausgepumpet (§. 98.) und bey andern Gelegenheiten mehr. Dieses giebet uns Anlaß genauer zu untersuchen, ob viel Luft so wol in flüssigen, als festen Materien vorhanden sey. §. 139. gen Materien anzu stellen hat, ob Luft darinnen ist.

Was die flüssigen Materien betrift, so habe ich dazu zwey besondere Gläser gebrauchet, in Gestalt eines Cylinders AB und ab. Instrumente dazu.

Daß grosse AB ist $43\frac{1}{2}$ Linien hoch, der Diameter im Lichten 9 Linien. Das kleine ab ist 30 Linien hoch, der Diameter im Lichten $4\frac{1}{2}$ Linien. Tab. XV. Fig. 85.

Ich habe darüber eine ganz kleine Glocke CGD gedecket, die im Diameter CD unten 37 Linien, in der mitten EF nur 22 Linien weit und 38 Linien hoch ist, wiewohl ich auch unterweilen eine grosse Glocke darüber gedecket, welches ich aber jedesmal insbesondere erinnern will. Fig. 86.

Die kleine Glocke habe ich nicht allein deswegen genommen, damit sich die Luft bald auspumpen lässet; sondern auch, wie wir bald mit mehrerem vernehmen werden, alles, was man wahrzunehmen verlanget, sich unter ihr viel schöner zeiget, als unter einer grösseren: welchen Unterscheid augenscheinlich zu zeigen ich hauptsächlich unterweilen eine grössere Glocke anstatt der kleinen genommen habe. Warum man eine kleine Glocke dazu braucht.

Damit ich

§. 147. Besonderer Umstand. ich aber alles desto genauer sehen möchte, habe ich die Luft-Pumpe dergestalt gegen das Licht gestellet, daß es durch das Glas durch gefallen, und daher die flüssige Materie im Wasser recht helle und alles in ihr sichtbar worden: welches absonderlich nöthig ist, wenn man nicht recht hellen Himmel hat. Ueberdieses habe ich die Versuche in einem Zimmer angestellet, wo ein freyer Zufluß des Lichtes sowol von Morgen, als von Mittage ist.

Luft im kalten Wasser, Tab. XV. Fig. 85.

§. 148. Den Anfang habe ich gemacht mit Wasser in dem grossen Glase AB, welches 17 Linien hoch darinnen stund: der übrige Raum von $26\frac{1}{2}$ Linie war leer. Als der Stempel das erste mal ausgezogen war und ich den Hahn der Luft-Pumpe eröfnete, daß die Luft unter der Glocke zum Theil in die Luft-Pumpe fahren konnte (§. 80.); war keine Veränderung im Wasser zu sehen. Bey dem andern Zuge zeigten sich durch das gantze Wasser kleine subtile Bläselein, die man nur gegen das Licht zu sehen vermochte, und die bloß durch die weisse Farbe sich von dem Wasser unterschieden, indem sie nur wie runde Stäublein oder Körnlein aussahen. Sie stiegen in dem Wasser, jedoch sehr langsam, in die Höhe. Bey dem dritten Zuge kamen etwas grössere Blasen, die durch das Wasser in die Hö-

Wie sie sich bey dem Auspumpen nach und nach zeiget.

he

he stiegen. Es hatten sich aber von den ersten subtilen einige hin und wieder an die innere Fläche des Glases angehänget, dieselben wurden nun grösser und übertroffen an Grösse gar merklich diejenigen, welche erst jetzt von neuem in dem Wasser aufstiegen. Ich habe zwar sonst die Glocke, welche über das Glaß gedecket war, auf drey Züge gantz ausgepumpet: allein weil diesesmal der Stempel nicht bey jedem Zuge so weit war heraus gezogen worden, als er sich ordentlicher Weise im Auspumpen heraus winden lässet, so war noch etwas Luft bey dem vierten Zuge übrig, die dadurch ausgepumpet ward. Als dieses geschahe, wurden die Blasen, welche sich angehängt hatten, noch grösser und stiegen in die Höhe. Es kamen aber auch von neuem andere aus dem Wasser heraus und zwar häuffiger als vorhin, stiegen auch geschwinder als die bey den vorigen Zügen in die Höhe, jedoch waren sie kleiner als diejenigen, welche sich an das Glaß angehänget hatten und nun vergrösserten, auch geschwinder als die andern durch das Wasser durchfuhren. Ich habe schon oben angemercket, daß, wenn man nicht mehr verspüret, daß einige Luft aus der Glocke ausgepumpet wird, dennoch unter der Glocke sich noch Veränderungen ereignen (§. 83.). Derowegen habe ich auch hier mit Auspumpen angehalten und be- §. 141.

Warum der Autor im Auspumpen angehalten, da man keine Luft mehr verspüret.

§. 148. befunden, daß auch auf den fünften Zug von neuem Blasen heraus kommen, und schneller als vorhin in die Höhe gestiegen. Ich habe öfters das Wasser eine lange Weile unter der ausgeleereten Glocke stehen lassen, aber nicht erwarten können, daß keine Blasen mehr aufstiegen. Daß die Blasen, welche durch das Wasser und aus ihm aufsteigen, nicht anders als Luft sind, darf man keinesweges zweifeln. Wir haben ja gesehen, daß, wenn die Luft aus einem Glase heraus fähret, und durch das Wasser durchsteiget, solches in Gestalt kleiner Blasen geschiehet (§. 97. 144.). Und wir werden bald aus den Umständen des gegenwärtigen Versuches zeigen, daß diese Blasen solche Luft sind, als wie unsere Luft, darinnen wir leben und Athem hohlen. Es ist wohl wahr, daß die Blasen nicht allein Luft sind; sondern vielmehr von der Luft aufgeblasenes Wasser: allein wir sehen hier mehr, wenn wir von den Blasen reden, auf diejenige flüssige Materie, welche innerhalb dem Wasser-Blasen formiret, und in diesen Blasen enthalten ist, als auf das Wasser, welches das Häutlein der Blase abgiebet. Denn diese Materie gehet eigentlich weg, wenn die Blasen oben an der Fläche des Wassers verschwinden, das Wasser aber bleibet zurücke. Es zeiget demnach gegenwärtiger Versuch, daß Luft aus dem Wasser gehet.

Daß die aufsteigende Blasen Luft sind.

Wenn

§. 148. Luft breitet sich im Wasser aus, wenn dasselbe weniger gedruckt wird.

Wenn man die Luft aus der Glocke auspumpet, so wird sie dadurch dünner (§ 80.), und ihre ausdehnende Kraft geringer (§. 81.). Derowegen drucket sie nicht mehr so starck auf das Wasser als anfangs, da sie eben so dicke wie die äussere war. Da nun zu selbiger Zeit die Luft aus dem Wasser heraus gehet und Blasen formiret; so erkennet man, daß die Luft innerhalb dem Wasser weniger gedrucket wird, wenn das Wasser nicht so starck gedrucket wird, und sich weiter ausbreitet, indem sie weniger gedrucket wird. Ja weil die Blasen, welche sich an das Glas angehänget, immer grösser werden, je weniger das Wasser durch die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke gedrucket wird; so siehet man ferner, daß die Luft, welche im Wasser ist, sich immer weiter ausbreitet, je weniger sie gedrucket wird. Und demnach hat die flüssige Materie, welche aus dem Wasser gehet, eben eine solche ausdehnende Kraft, als wie unsere Luft, darinnen wir leben und Athem hohlen (§. 80. 81.), und eben daraus erhellet, daß sie mit unserer Luft einerley sey, ist auch nicht nöthig, daß man durch andere Versuche erst solches zu zeigen sich bemühe. Wir haben vorhin gesehen, daß die Blasen, welche bey den vorhergehenden Zügen sich an das Glas gehänget, bey den folgenden viel grösser werden als die anderen, welche erst alsdenn

Luft im Wasser ist mit unserer einerley.

§. 148. denn von neuem aus dem Wasser steigen. Und daher ist klar, daß in ihnen mehr Luft

Warum einige Luft eher aus dem Wasser gehet, als die übrige.

seyn muß, als in denen übrigen. Woraus denn ferner die Ursache erhellet, warum einige Luft eher aus dem Wasser heraus gehet, als die übrige, nemlich weil mehrere in einem Raume bey einander ist. Daß aber die mehrere Luft gleichwohl anfangs viel weniger Raum einnimmet, als nach diesem die wenigere, und daher kleinere Blasen formiret, kommet einig und allein daher, daß, da anfangs die ausdehnende Kraft der Luft unter der Glocke, welche auf das Wasser drucket, stärcker ist als nach diesem, wenn die Luft mehr verdünnet worden (§. 81.), ihnen grösserer Widerstand geschiehet und dadurch gehindert wird, daß sie sich nicht so viel ausbreiten können: denn die nachkommende Blasen werden anfangs gar nicht sichtbar, weil die Luft, die sie formiren soll, sich wegen des ihr noch unüberwindlichen Druckes der äusseren Luft auf das Wasser und des Wassers selber noch nicht ausbreiten kan. Wenn auch das Wasser voll Blasen ist, verschwinden sie auf einmal, wenn man wieder Luft hinein lässet, weil dadurch die Luft welche sie formiren soll, durch die Luft von aussen zusammen gedrucket wird, als welche ihren Druck durch das Wasser fortsetzet (§. 111.). Ich habe nach diesem das kleine Gläslein a b ge-

Warum mehrere Luft einen geringen Raum einnimmet.

Tab. XV. Fig. 85.

nom-

nommen, und halb voll Wasser gegossen: in welchem sich alles viel besser als vorhin gezeiget. Denn gleich auf den ersten Zug war das Wasser voll kleiner Bläselein, daß dadurch die Durchsichtigkeit des Wassers gehindert ward. Diese Bläselein hiengen sich rings herum gantz dichte an das Glas an, daß fast kein Ort zu sehen war, wo sich nicht eines angesetzet hatte. Nach dem andern Zuge wurden die Bläselein gar merklich grösser, jedoch eben nicht eine so groß als die andere. Einige davon rissen sich loß, und stiegen durch das Wasser in die Höhe. Zu eben der Zeit fuhren neue Blasen überall aus dem Wasser heraus, die aber gar sehr viel kleiner waren, auch sich viel längsamer bewegten: öfters geschahe es, daß, wenn eine grosse Blase schnell durchfuhr, die kleinen davon, welche aus dem Wasser von neuem aufstiegen, nicht allein zur Seite gestossen wurden, sondern auch gar nieder; wiewohl sie in beyden Fällen, so bald die grössere Blase weg war, sich bald wieder in ihren vorigen Ort begaben, und von dar ferner durch das Wasser aufstiegen, als vorher würde geschehen seyn, wenn sie in ihrer Bewegung nicht wären gehindert worden. Auf den dritten Zug wurden die angehängeten Blasen noch grösser, und rissen sich grösten Theils loß, oben aber an dem Wasser zersprungen sie wie alle übrigen. Eini-

§. 148. Warum der Autor diesen Versuch noch auf andere Art angestellet, und was sich für ein Unterscheid gezeiget.

§. 148. ge von ihnen wurden nicht so groß und blieben hängen; aus dem Wasser stiegen kleinere in der Menge in die Höhe und dieses währete so fort, auch da keine Luft mehr weiter auszupumpen war. Da ich diesen Versuch vielfältig und zu gantz verschiedenen Jahres-Zeiten, auch bey gantz verschiedenen Witterungen, angestellet; so habe befunden, daß einmal nicht so viel Luft heraus gehet als das andere, auch zu einiger Zeit die Blasen nicht so groß sind wie zu der andern: welches sonder Zweifel der verschiedenen Wärme zuzuschreiben ist, wodurch die Luft gar sehr verändert wird (§. 133.), wie sichs nach diesem klärer zeigen soll. Unterweilen, wenn es etwas warm gewesen, sind grosse Blasen so häufig über das gantze Wasser aufgestiegen, daß es nicht anders anzusehen gewesen, als wenn es zu sieden anfangen wolte, dergleichen sich doch aber diesesmal nicht gezeiget. Zu anderer Zeit habe wenige, oder gar keine Blase aus dem Wasser aufsteigen sehen. Zu der Zeit, wenn das Wasser gleichsam zu sieden angefangen, habe ich auch dasselbe in ein breites Bier-Glas gegossen und es hat sich darinnen alles sehr wohl gezeiget, da hingegen zu anderer Zeit darinnen wenig oder gar nichts wahrzunehmen gewesen und ich die kleinen langen Gläser ungemein besser befunden.

Was der Unterscheid der Jahrs-Zeiten dazu thut.

§. 149.

§. 149. Nach diesem habe ich frischen Urin in das grosse Glas AB eingelassen, bis er 17 Linien hoch darinnen stund, und das Glas damit auf den Teller der Luft-Pumpe gesetzet. Als ich den Stempel heraus gezogen und den Hahn das erstemal eröfnet hatte; stiegen gleich kleine Bläselein aus dem Urin herauf, die man wegen ihrer Kleinigkeit anfangs kaum sehen konnte. Auf den anderen Zug kamen grössere, die sich oben setzten und stehen blieben. Auf den dritten Zug stiegen noch grössere Blasen in die Höhe und zwar sehr schnelle hinter einander, über die gantze obere Fläche des Urins, nicht anders als wenn er zu sieden anfangen wolte. Auf den vierten Zug wurde fast der gantze Urin in lauter grosse Blasen aufgelöset und stieg bis oben an das Glas, lief auch daselbst gröstentheils heraus. Unerachtet ich nun nicht verspürete, daß mehr Luft aus der Glocke heraus gieng, so hörte ich doch nicht auf zu pumpen, weil mir bekannt war, daß durch ferneres Pumpen auch noch in diesem Falle etwas veränderliches sich hervor bringen lässet. Und es geschahe auch hier: denn auf den fünften Zug entstunden sehr grosse Blasen, die fast nach der Breite den gantzen Raum des Glases einnahmen und sich bis oben an das Glas in die Höhe huben, aber doch nicht heraus giengen. Unerachtet aber vorhin der Urin in Gestalt lauter

§. 149. Luft im Urin. Tab. XV. Fig. 85.

§. 149. Blasen aus dem Glase heraus gelauffen war; so waren doch diese unten auf dem Leder des Tellers alle zersprungen, und der Urin wieder zusammen geflossen. Es stiegen aber bey fernerer Auspumpung der Luft, auch da nichts mehr auszupumpen vorhanden war, beständig hier und dar Blasen auf, die aber alle bald wieder zersprungen. Auf den sechsten Zug kamen nur einige wenige, aber gar sehr grosse Blasen, die das Glas nach seiner Weite nicht fassen konnte, nach einander heraus, die aber gleich wieder zersprungen, ehe eine nachfolgete. Als ich die Luft wieder hinein gelassen hatte, und das Glas unter der Glocke wegnahm, stund der Urin im Glase nur noch $5\frac{1}{2}$ Linien hoch, und waren demnach $\frac{2}{7}$ davon heraus gelauffen (§. 239 Geom.). Ich wolte nach diesem versuchen, ob sich unter einer grossen Glocke einiger Unterscheid ereignen würde. Zu dem Ende ließ ich von neuem frischen Urin in eben dieses Glas, wiewol etwas mehr als vorhin. Im Anfange sahe man gar keine Luft aus dem Urine herauskommen: als aber die Luft unter der Glocke fast ausgepumpet war, ward das Glas über dem Urin auf einmal voller Blasen, davon auch einige heraus traten. Als ich mit Auspumpung der Luft aus der Glocke noch anhielt; blieb das Glas über dem Urin noch voller Blasen, die auch ziemlich groß wurden, aber

Unterscheid, der sich nach der verschiedenen Grösse der Glocke ereignet.

aber sich nur auf und nieder bewegeten, keinesweges mehr oben heraus traten. Zuletzt kam eine Blase, die das gantze Glas nach der Weite erfüllete. Als ich wieder Luft hinein ließ, verschwanden alle Blasen, die über dem Urin noch stunden, und als ich die Höhe des Urins im Glase von neuem maaß, fand ich, daß nur 1½ Linien hoch heraus gelaufen war. Unter der kleinen Glocke waren 5½ Linien heraus gelaufen, und demnach fast viermal so viel, als unter der grossen: woraus man ersiehet, daß die Luft häufiger heraus gehet, wenn die unter der Glocke geschwinde verdünnet wird, als wenn es nur langsam und nach und nach geschiehet. Endlich ließ ich zum drittenmale frischen Urin in das grosse Glas AB, und zwar eben so viel, als das erste mal, und ließ ihn eine Zeitlang stehen, bis er gantz kalt ward. Als ich ihn unter die kleine Glocke brachte, und die Luft gantz reine auspumpete, wolte sich fast gar keine Veränderung im Urine zeigen, ausser daß zuletzt einige wenige Blasen nur eintzeln nach einander aufstiegen. §. 149.

Grund von dem gegenwärtigen Versuche.

Ich weiß mich zu besinnen, daß zu anderer Zeit, wenn der Urin noch länger gestanden, nicht die geringste Blase heraus gegangen. Wer dasjenige erweget, was bey dem vorhergehendem Versuche mit dem Wasser (§. 148.) ausführlich beygebracht worden; der wird auch zur Gnüge

§. 149. von allem, was sich hier ereignet, richtigen Grund anzeigen können Unterdessen siehet man, daß aus dem frischen Urine, der noch nicht gantz kalt worden ist (denn in einem so kleinen Glase bleibet er nicht lange recht warm) weit mehr Luft heraus gehet, als aus dem Wasser. Woher nun dieses komme, werden wir nach diesem untersuchen. Daß aber anfangs nicht gleich der Urin voller Blasen wird als wie das Wasser, kommet wohl daher, weil er zäher ist und daher die Luft ihn nicht so leicht von einander treiben kan, als das Wasser. Und aus dieser Ursache geschiehet es auch, daß die Blasen, welche aufsteigen, nicht so zerspringen, wie im Wasser, wenn sie die obere Fläche erreichen, sondern eine lange Weile unversehret stehen bleiben. Vielleicht werden sich auch einige nicht wenig darüber verwundern, daß da aus dem nicht völlig abgekühleten, sondern noch in etwas warmen Urine, die Luft so häuffig heraus gehet, aus dem kalten gar keine in die Höhe steiget: allein auch dieses wollen wir nach diesem genauer untersuchen und dasjenige, was wir erfahren, umständlich beschreiben.

Luft im Blute.

§. 150. In das grosse Glas habe ich einsmals im Winter, da mir die Nase geblutet, Blut hinein gelassen, welches aber kaum den dritten Theil so viel Raum einnahm,

nahm, als der Urin, und das Glas an den warmen Ofen gehalten, daß das Blut nicht gerinnen möchte. §. 150.

Als ich es unter die kleine Glocke auf die Luft-Pumpe gebracht und die Luft unter der Glocke weggepumpet; hat sich das Blut, als die Luft fast gantz ausgepumpet war, auf einmal erhoben, in lauter Blasen aufgelöset und ist oben gantz heraus gelaufen, ausser daß einige Blasen im Glase geblieben, die nach diesem, als ich Luft hinein gelassen, wieder in Blut zusammen gefahren. Versuch mit Blute aus der Nasen.

Ich habe nach diesem warmes Blut, welches aus der Ader frisch gelaufen, in einem Glase unter die Glocke auf die Luft-Pumpe gebracht und es hat sich alles eben so, wie mit dem vorigen zugetragen. und aus der Ader.

Man siehet hieraus, daß viel Luft im Blute ist. Denn wenn einige vorgeben wollen, daß die Luft erst hinein komme, indem das Blut aus der Ader durch die Luft durchspringet, so behaupten sie etwas, daß sie nimmermehr erweisen können. Vielmehr ist die Erfahrung wider sie, wie ich bald mit mehrerem zeigen werde. Ob die Luft von aussen ins Blut kommet.

Es ist eine gemeine Regel: Man soll nichts als einen Grund von etwas anderem annehmen, als dessen Richtigkeit man vorher erwiesen hat. Unterdessen handelt man doch beständig darwider, weil man gerne mehr sagen will, als man weiß, und das Vorurtheil noch nicht abgeleget, daß

§. 144. man von uns nicht fordern kan alles zu wissen: welches bisher niemand völlig abgeleget, als die Mathematici, welche erkennen, was sie nicht verstehen. Ich rede nicht von Anfängern der Mathematick, denn auch diese dünken sich unterweilen mehr zu seyn als sie sind: welches ein gemeiner Fehler der Anfänger in allen Sachen ist, wo sie nicht Wercke vor sich haben, die sie vor ihre Kräfte zu schwer erkennen müssen.

Luft im spiritu vini.

§. 151. Als ich in das grosse Glas spiritum vini goß, bis er 18½ Linie hoch stund und die Luft unter der Glocke gewöhnlicher Weise wegpumpete, hat sich vor dieses mal folgendes ereignet. Es ist aber zuförderst zu mercken, daß der spiritus vini eben nicht der stärckeste war, auch schon über ein Viertel Jahr in einer Boureille gestanden, die nur mit einem Gorck-Stöpfel verstopft war, der eben nicht gar zu gedrange hinein gieng. Ich habe den Stempel aus der Luft-Pumpe niemals völlig heraus winden lassen, daß, da die kleine Glocke, welche ich in diesen Versuchen brauche, auf das höchste in vier Zügen gantz rein ist, sie jetzund kaum in sechsen völlig ausgepumpet worden. Gleichwie ich aber schon öfters erinnert, daß ich mit Auspumpen ausgehalten, wenn auch gleich keine Luft mehr heraus gegangen, so gar, daß ich auch nicht einmal den Hahn eröfnet,

Umstände des Versuches.

öfnet, wenn der Stempel zurücke gewun- §. 151.
den worden, so habe ich auch hier bis zwölf
mal gepumpet, und hat sich noch immer et-
was veränderliches gezeiget. Als ich nun Erste Ver-
den Stempel das erste mal ausgezogen hat- änderung
te und den Hahn eröfnete; stiegen gleich die sich ge-
unzählich viel kleine Bläselein in die Höhe, die zeiget.
doch aber deutlicher zu unterscheiden waren,
als vorhin im Wasser, daß man ihre runde
Figur und durchsichtige Höhle gar wohl er-
kennen konnte, unerachtet sie über die maas-
sen subtil waren. Wir wissen, daß der spi- Ursache da-
ritus vini nicht so dichte ist wie das Was- von.
ser, und dannenhero denen Cörpern, die sich
in ihm bewegen, weniger widerstehet. De-
rowegen hat auch die Luft die kleinen Blä-
selein im spiritu vini besser aufblasen kön-
nen, als im Wasser. Auf den andern Andere
Zug stiegen wiederum durch den gantzen Verände-
spiritum durch Bläselein in die Höhe, die rung.
aber gar viel grösser waren als die ersten,
unerachtet auch sie vor sich noch gar kleine
waren. Sie stiegen aber in nicht geringerer
Menge auf als die ersten, jedoch fuhren sie
schneller als jene in die Höhe. Da der drit- Dritte
te Zug geschehen war, wurden die Blasen Verän-
gar mercklich groß, stiegen fast schneller als derung.
man sehen konnte bis an die obere Fläche
des spiritus im Blase und zersprungen da-
selbst. Alsdenn sahe es aus, als wenn der
spiritus vini anfienge zu sieden, und dau-

§. 151. rete so fort, bis der Stempel aus der Luft-Pumpe heraus gezogen war und nun zum vierten male der Hahn eröfnet ward.

Vierte Veränderung. Alsdenn erhub sich der spiritus auf einmal in die Höhe in sehr grossen Blasen, die nach der Breite zum Theil das gantze Glas erfülleten und oben nach einander heraus treten wolten, jedoch daselbst zersprungen,

Letzte Veränderung. ehe sie gantz heraus waren. Nach dem fünften Zuge sprützeten diese grosse Blasen bis oben heraus, welches auch nach dem sechsten Zuge so fort gieng. Als der Hahn zum siebenten male eröfnet ward, stiegen anfangs dergleichen grosse Blasen, wie die vorigen bis oben an das Glas und zersprungen daselbst. Die aber hernach kamen, blieben immer weiter zurücke, so daß zuletzt nur eine nach der andern kam, und sie nur halb aus dem spiritu heraus waren, indem sie schon auf dessen oberen Fläche zersprungen. Ich habe mit Auspumpen nach diesem noch immer angehalten, ob gleich keine Luft mehr herausgieng, bis endlich zusammen zwölf Züge geschehen waren, und es sind noch immer eintzele grosse Blasen, die nach ihrer Breite das gantze Glas einnahmen, heraus gefahren und zersprungen. Unerachtet ich diesen Versuch gar vielmal zu verschiedenen Zeiten angestellet; so muß ich doch gestehen, daß es niemals so lange angehalten, wie dieses mal, ehe die Luft aufgehöret

ret heraus zu fahren. Es ist der spiritus öfters auf den andern Zug in vollem Sieden gewesen, und oben bey nahe gantz heraus gelauffen, auf den dritten Zug sind noch einige eintzele grosse Blasen nachgekommen und dann ist weiter nichts mehr erfolget. Ich gebe es hier schuld, daß der spiritus sehr wässerig gewesen und die beste Kraft verrauchet, weil er nicht recht verwahret worden. Als ich von diesem spiritu, daraus die Luft einmal war heraus gegangen, etwas in dem kleinen Glase unter die Glocke brachte und von neuem die Luft auspumpete; hat sich weiter nichts veränderliches gezeiget, als daß bey dem dritten Zuge eine eintzige Blase in die Höhe stieg und bey dem vierten eine grosse bis oben an das Glas fuhr, und als sie daselbst zersprang, der spiritus davon heraus sprützete. Ich ließ nach diesem in einem Löffel von eben diesem spiritu, der von der Luft war gereiniget worden, etwas über einem Kohlfeuer ein wenig warm werden, darüber ich auch das Glas erwärmete, ehe ich ihn hinein goß; allein da die Glocke von der Luft ausgeleeret ward, ereignete sich nicht die geringste Veränderung darinnen. Eben dergleichen habe ich mit dem Wasser zu anderer Zeit wahrgenommen, daß, wenn die Luft einmal ausgepumpet gewesen, nach diesem nichts von Luft heraus gefahren, wenn man es von neuem

§. 151. Was zu anderer Zeit sich ereignet.

Das aus Spiritu, der von Luft gereiniget, sich weiter keine heraus pumpen lässet.

Eben dieses gilt von dem Wasser und andern flüssigen Materien.

§. 151. neuem an die Luft-Pumpe gebracht. Ja ich habe eben dergleichen noch von gar vielen andern flüssigen Materien erfahren. Und hieraus erhellet, daß, wenn gleich Luft wieder von neuem zu der flüssigen Materie gelassen wird, daraus man sie einmal heraus gepumpet: dieselbe sich nicht so gleich wieder mit ihr vermenget. Ja da der spiritus vini gar aus einem Glase in das andere gegossen ward, wo sich die Luft am allererſten wieder hätte vermengen können, hat man doch gefunden, daß solches nicht geschehen Man darf sich aber dieses um so viel weniger befremden lassen, weil man siehet, daß, wenn man das Wasser und die Luft mit Fleiß unter einander mischet, als wenn z. E. ein Glas mit einer engen Eröfnung nicht voll gegossen, und nach diesem geschüttelt wird, daß die Luft sich in lauter kleine subtile Bläselein zertheilet, und wie Saltz mit dem Wasser vermenget, die Luft sich doch bald wieder von dem Wasser absondert, so bald man nemlich mit der Bewegung inne hält.

Luft vermenget sich nicht gleich mit flüssigen Materien.

Besondere Observation davon.

Daß sich die Luft nicht mit denen flüssigen Materien vermenget indem sie durchfället.

§. 152. Damit ich nun aber desto gewisser zeigen möchte, daß sich die Luft nicht mit denen flüssigen Materien vermenget, indem sie durchfället; so habe folgenden Versuch angestellet. Von dem spiritu vini, daraus die Luft unter der leeren Glocke gegangen war, ließ ich durch einen kleinen Heber, dessen Diameter im Lichten kaum 4

Scrupel

Scrupel hatte, welches noch viel weniger als eine halbe Linie ist, über 3 Zoll hoch tropfenweise in das kleine Gläselein fallen. Unerachtet dadurch die Luft mit in den spiritum vini im Gläselein hinein geschlagen ward, und man also hätte vermeinen sollen, daß mit solchen kleinen Tropfen sich die Luft leicht vermischen solte, zumal da für sie Raum darinnen war, indem die Luft, welche sich vorher darinnen aufgehalten hatte, nunmehro heraus war; so zeigete sich doch darinnen nicht die geringste Veränderung unter der Glocke, daraus die Luft gepumpet ward, auch, indem sie von Luft gantz ausgeleeret war, stiegen kleine Blasen daraus in die Höhe. §. 152. Versuch mit spiritu vini.

Weil aus der kalten Milch, als ich sie unter die Glocke brachte und die Luft gewöhnlicher Weise auspumpete, gar keine Luft kommen wolte; so ließ ich von ihr, ehe ich sie unter die Luft-Pumpe gebracht hatte, durch den vorigen Heber in einer Höhe von mehr als einem Schuhe in das grosse Glas fallen, daß die Tropfen eine starcke Bewegung in der Milch verursachten, die bereits darinnen war, nachdem sich einige Tropfen gesammlet hatten. Als ich sie aber unter die Glocke brachte und die Luft auspumpete, spürete man so wenig Veränderung darinnen als vorhin Da nun die Milch von dem Geblüte kommet, und eben eine dicke Versuch mit Milch.

flüssi-

§. 152. Luft vermischt sich nicht mit dem Blute das aus der Ader springet.

flüssige Materie ist, wie das Blut; so kan man leicht erkennen, daß die Meinung derer ungegründet sey, welche vorgeben wollen, die Luft käme erst in das Geblüte, indem es aus der Ader durch die Luft sprünge, oder aus der Nasen dadurch fället. Es ist wohl wahr, daß das Geblüte mehr leimicht ist als die übrigen flüssigen Materien, und man daher vermeinen möchte, als wenn die Luft daraus nicht so leicht kommen könnte, indem sie sich einmal darein verwickelt, wie aus denen übrigen Materien: allein man hat zu bedencken, daß die Luft sich so wenig als mit den übrigen vermischen kan.

Grund des gegenwärtigen Versuches.

Denn lieber! was ist die Ursache, daß sie sich nicht mit denen übrigen flüssigen Materien, damit wir den Versuch angestellet, vermischet hat? Keine andere, als daß die Luft nicht subtil genung getheilet worden: welches zur Gnüge sich begreiffen lässet. Denn es mag eine flüssige Materie durch die Luft springen oder herunter fallen, so wird sie sie niemals so subtil theilen und mit sich vermengen, als wie geschiehet, wenn wir sie in einem Glase mit Gewalt unter einander schütteln (§. 151.): massen wir in dem ersten Falle sie nicht so voller Bläselein sehen, als wie in dem andern. Diese Bläselein aber sind zu groß, als daß sie unter der flüssigen Materie bleiben könnten, massen sie in der groben Luft, welche auf die flüssige Materie

terie drucket, eine solche Grösse haben, als sie sonst kaum bekommen, wenn die Luft schon gar sehr verdünnet worden, indem sich unterweilen kaum bey dem dritten Zuge dergleichen Bläselein gezeiget. Wer diesen Versuchen noch nicht trauen will, kan es mit Blute selbst versuchen. §. 152.

§. 153. Vielleicht wird es einige wundern, daß aus Milch gar keine Luft gehet, und werden dadurch auf die Gedancken kommen, als wenn keine darinnen wäre, auch daher aus dem erst (§. 152.) angeführten Versuche schlüssen, daß sich gar keine Luft mit ihr vermische: gleichwie man überhaupt zu schlüssen pfleget, daß in einer flüssigen Materie, darinnen sich mehr Bewegung zeiget, als in einer andern, mehr Luft enthalten sey, als in der andern, z. E. daß mehr Luft im spiritu vini, als im Wasser anzutreffen. Allein da insonderheit der Urin hierinnen einen grossen Zweifel machet, als aus welchem so viel Luft und mit so grosser Bewegung gehet, wenn er warm ist, aber nicht die geringste, so bald er kalt worden (§. 149); so hat man Ursache dieses genauer zu untersuchen. Und in der That sind drey Ursachen möglich, warum aus einer flüssigen Materie nicht viel Luft heraus gehet. Die erste ist, wenn sich nicht viel Luft darinnen befindet: die andere, wenn die Luft sehr kleine getheilet ist, da sie durch ihre ausdehnende

Warum aus einer flüssigen Materie mehr Luft als aus der andern gehet.

Wie ein Umstand eines Versuches zu andern Anlaß giebet.

Ursachen welche der Luft widerstehen, wenn sie heraus gehet.

§. 153. nende Kraft den Widerstand der flüssigen Materie nicht überwinden kan: die dritte, wenn die flüssige Materie zähe ist, daß ihre Theile fester zusammen halten, und sich nicht so leicht von einander trennen lassen. Derowegen lässet sich nicht schlechterdinges schlüssen, daß in derjenigen flüssigen Materie viel Luft enthalten sey, aus welcher viele heraus gehet, und mehr als in einer anderen, daraus nicht so viel in die Höhe steiget. Und die andere Ursache kan es auch machen, daß nicht alle Luft aus einer flüssigen Materie heraus gehet, sondern wol noch mehr zurücke bleibet, als heraus gefahren, auch wenn keine mehr unter einer leeren Glocke aufsteigen will. Wir werden auch unten bey anderer Gelegenheit untersuchen, und finden, daß es wahr sey, oder vielmehr daß würcklich in der Natur sich befinde, was wir hier bloß als möglich erkennen. Man kan auch aus diesen Gründen verstehen, warum sich oben einiger Unterscheid in verschiedenen flüssigen Materien gefunden. Z. E. Aus dem spiritu vini ist die Luft häuffiger gegangen, als aus dem Wasser (§. 148. 151.). Wir wissen aber, daß der spiritus vini nicht so dichte ist, als wie das Wasser, und daher der ausdehnenden Kraft der Luft nicht so starck widerstehet, als das Wasser. Wir haben über dieses gefunden, daß aus dem spiritu vini gleich bey

Wie Unrichtigkeit im Schlüssen hier zu vermeiden.

Warum aus einer Materie mehr Luft gehet, als aus der andern.

bey dem ersten Zuge und also, da die Luft unter der Glocke noch nicht so sehr verdünnet gewesen, auch noch mehr Widerstand gegeben, solche Blasen heraus gefahren, als aus dem Wasser erst bey dem dritten Zuge kommen, und also, da die Luft unter der Glocke gar viel dünner war, auch weniger widerstehen konnte (§. 148. 151.). Ja wir haben auch gesehen, daß, da die Luft reine ausgepumpet gewesen, die Blasen aus dem spiritu vini ungemein grösser aufgestiegen als aus dem Wasser. Da nun hieraus erhellet, daß die Luft in den Blasen, die aus dem spiritu vini kommen, sich mehr ausbreitet, als die in denen Blasen, welche aus dem Wasser aufsteigen; so muß auch ihre ausdehnende Kraft stärcker seyn als die ausdehnende Kraft der Luft im Wasser, und da man nicht wohl sagen kan, daß die Luft im spiritu vini wärmer ist als die in dem Wasser und (§. 133.) dadurch grössere Stärcke erhält, indem sonst die Luft im spiritu vini entweder so sichtbar seyn müste, als die kleinen Bläselein, die sich im Wasser zuerst gezeiget, oder viel kleiner als im Wasser, und daher sich nicht mehr ausbreiten lassen als die im Wasser; noch auch daß das Wasser sich nicht so starck ausdehnen lasse als der spiritus vini, welches aus folgenden Versuchen bald mit mehrerem erhellen wird, so müssen die Thei-

§. 153.

§. 153. le der Luft im ſpiritu vini gröſſer ſeyn als im Waſſer. Wir haben oben ferner wahrgenommen, daß der warme Urin ſolche Veränderungen gezeiget, wie der ſpiritus vini, hingegen aus dem kalten keine Luft herauskommen, wie aus der Milch (§. 149.). Die Wärme pfleget nicht allein die ausdehnende Kraft der Luft zu verſtärcken (§. 133.), ſondern auch, wie wir nach dieſem durch beſondere Verſuche zeigen werden, die flüßigen Materien dünner zu machen, daß ihre Theile nicht mehr ſo feſte an einander anliegen, als wie vorhin. Und demnach erkennet man, daß die Luft im Urine ſehr klein zertheilet ſey, und daher ihre ausdehnende Kraft nicht zureichet die Theile des Urins von einander zu ſtoſſen, als bis ſie durch Wärme verſtärcket worden. Ob aber auch dieſes mit was merckliches beyträget, daß die Wärme die Theile des Urins weiter von einander bringet, läſſet ſich jetzt eben noch nicht beſtimmen. Von der Wärme aber iſt bekannt, daß auch ein gantz geringer Grad derſelben eine merckliche Aenderung in der ausdehnenden Kraft der Luft, und zwar ſehr ſchnelle verurſachen kan (§. 134.). Und hierdurch bin ich bewogen worden zu ſchlieſſen, daß es nicht weniger Luft in der Milch haben wird, als im Blute, nur daß ſie viel kleiner getheilet iſt als im Waſſer, und daher nicht eher heraus

Würckung der Wärme in flüßigen Materien.

Gegründete Muthmaſſungen dergleichen vor einem Verſuche

heraus gehet, als bis die Milch ein wenig warm wird, als wie das Blut, wenn es unter der Glocke an der Luft-Pumpe viel Luft fahren lässet. So habe ich auch vermeinet, daß aus dem Wasser so grosse Blasen und mit so starcker Bewegung heraus fahren würden, als aus dem spiritu vini, wenn es nur ein wenig erwärmet, und dadurch die ausdehnende Kraft der Luft verstärcket würde (§. 133.). Ja ich habe vermeinet, es würde auch der Urin wieder in den vorigen Stand gesetzet werden, daß er eben wiederum solche Veränderung in einem von Luft ausgeleeretem Raume zeigete, als wie er noch warm war, wenn er wieder von neuem erwärmet würde. §. 153. vorhergehen sollen.

§. 154. In diesem Vertrauen habe ich die Versuche vorgenommen, und bin in meiner Meinung nicht im geringsten betrogen worden. Ich goß demnach in einen grossen Löffel, oder eine kleine Kelle, etwas Milch, so viel ich vordem Wasser im grossen Glase AB gehabt hatte, und hielt sie über die Wärme eines schwachen Kohlfeuers. Als sie kaum laulicht worden war, und ich sie unter die Glocke bey der Luft-Pumpe brachte; zeigete sich auf den ersten und andern Zug keine Veränderung darinnen. Bey dem dritten war auch noch nichts zu spüren. Allein auf den vierten Zug erhob sie sich, wie vorhin der warme Urin (§. 149.), Luft in warmer Milch, erwärmeten Urin und warmen Wasser. Tab. XV. Fig. 85.

§. 154. und stieg in grossen Blasen grösstentheils oben aus dem Glase heraus. Auf den fünften Zug kamen noch sehr grosse Blasen heraus, wie bey dem spiritu vini, die aber nicht mehr oben heraus giengen (§. 151.). Ich habe zu anderer Zeit die Milch wärmer gemacht, da sie auch eher gleichsam zu sieden angefangen, und gantz heraus gelaufen. Der gute Fortgang mit der Milch machte mir noch mehrere Hofnung, daß es mit den übrigen flüßigen Materien gleichfalls angehen werde. Ich habe demnach Urin, der kalt worden war, und daraus in einem von Luft leerem Raume gar keine Luft kommen wolte, wie vorhin die Milch kaum laulicht werden lassen, so daß man mit dem Finger gar keine Wärme darinnen verspüret, nur daß man auch keine Kälte gefühlet. Als ich ihn von neuem an die Luft-Pumpe gebracht, ist es eben so viel gewesen, als wenn er erst frisch wäre heraus gelassen, und noch nicht kalt worden. Ich weiß mich zu entsinnen, daß ich im Winter gantz kalten Urin in das Glas gegossen, und es nur eine gantz kleine Weile bey dem Ofen, wo die Wärme durch die eiserne Platte herein drang, gehalten, und doch eben solche Veränderungen verspüret, als erst angemercket worden. Als ich kaltes Wasser nicht wärmer werden ließ, als vorhin der Urin worden war; konnte man

Fortgang des Versuches treibet zu mehreren an.

unte

unter der Glocke, als die Luft ausgepum- §. 154.
pet ward, zwischen ihm und dem spiritu vini keinen Unterscheid verspüren. Ja wenn das Wasser nur recht laulicht war, lief alles mit einander gantz zum Glase heraus.

§. 155. Ich habe nach diesem versuchet, wie sich das Bier unter der Glocke verhielte, wenn die Luft ausgepumpet würde. Und zwar habe ich dazu das Bier genommen, welches in Löbgün aus Gerste gebrauet wird, und ein dünnes, weisses, sehr leichtes Bier ist. Es ist bekannt, daß dieses Bier, wenn es jung ist, nicht recht ausgegohren hat, indem die Gährung aber völlig vorbey, in etwas härtlich wird, und nicht lange gut dauret. Wenn ich junges Bier genommen, so zwar reine ausgegohren, aber doch die Gährung nicht völlig zu Ende gebracht; so hat es gleich bey dem ersten Zuge einen milchichten Jäscht über das gantze Glas in einer mercklichen Höhe gesetzet, auch wenn ich es in ein weites Bier-Glas gegossen. Nachdem ich mit Auspumpung der Luft angehalten, hat es sich gantz und gar in weisse Blasen, wie runde Perlen, aufgelöset, ist mit Macht in die Höhe und oben zu dem langen Glase gantz heraus gestiegen, auch ehe die Luft gantz ausgepumpet gewesen. Wenn ich gantz rein ausgegohrnes Bier genommen, das schon geschienen, Luft im Biere.

§. 155. als wenn es einen etwas härtlichen Geschmack bekommen wolte, jedoch noch im Einschencken schöne gemilchet: so hat es unter der Glocke, da die Luft ausgepumpet worden, nicht milchen wollen, sondern so wohl im grossen, als im kleinen Glase, jedoch in diesem bey den grösten Veränderungen etwas schlechter folgendes gezeiget. Ich hatte nemlich beyde Gläser auf einmal unter die Glocke zugleich gesetzet, damit ich den Unterscheid desto besser mercken könte, wenn sich einer (wie auch geschehen) ereignen solte. Auf den ersten Zug kamen gleich sehr viel Blasen von einer ziemlichen Grösse überaus schnell hinter einander in die Höhe gefahren, dergleichen aus dem Wasser kaum bey dem dritten Zuge aufzusteigen pflegen. Auf den andern Zug lösete sich ein Theil von dem Biere in lauter Blasen auf, und erfüllete einen Theil des Glases: die Blasen aber sahen sehr wässerig aus. Dieses nahm noch weiter überhand bey dem dritten Zuge, bis endlich einige in dem grossen Glase bey dem vierten Zuge oben heraus stiegen, dergleichen in dem kleinen Glase sich nicht ereignete. Nach dem fünften Zuge hoben sich die grossen Blasen nicht mehr recht, und endlich nach dem sechsten sahe es nur aus, als wenn es über und über zu sieden anfienge: ja in dem kleinen Glase stiegen gar nur hin und wieder eintzele Blasen

nach

nach einander auf, die bald verschwunden, §. 155.
wenn sie die obere Fläche des Bieres erreichten. Hieraus siehet man, daß, wenn das Bier noch in der Gährung ist, die Luft darinnen eine stärckere ausdehnende Kraft hat, als wenn die Gährung völlig vorbey ist. Weil auch alsdenn die Blasen milchicht und nicht durchsichtig aussehen; so kan man daraus nicht undeutlich abnehmen, daß noch kleinere Bläselein, die man aber mit blossen Augen nicht unterscheiden kan, innerhalb dem Biere, daraus die grössere Blase gebildet ist, in unzehliger Menge entstehen, und solchergestalt ausser den groben Theilen der Luft noch andere viel subtilere in grösserer Anzahl vorhanden sind.

Unterscheid der Luft im Biere, so in der Gährung und nach derselben.

§. 155. Ich habe auch einen Versuch mit Eßig gemacht, dabey sich unterschiedenes gezeiget, welches bey den vorigen Versuchen anders gewesen. Als ich nemlich so viel scharfen Wein-Eßig in das grosse Glas AB gegossen, als vorher Wasser darinnen gewesen war, und es unter die Glocke brachte; so haben sich bald auf den ersten Zug eine unzehlige Menge über die massen kleiner Bläselein gezeiget, die nur gegen das Licht zu sehen waren, und wie dunckelbraune Pünctlein aussahen. Oben blieben sie auf dem Eßig stehen, und, indem viele zusammen kleine merckliche Bläselein formirten, einen Schaum erregten. Auf den

Luft im Eßige. Tab. XV. Fig. 85.

§. 156. andern Zug wurden die Blasen grösser, stiegen aber über die massen schnelle und in einer unsäglichen Menge in die Höhe, zersprungen so bald, als sie die obere Fläche des Eßiges erreichten: wie denn gleich auf den andern Zug der Schaum auf einmal vergieng. Auf den dritten Zug sahe es nicht anders aus, als wenn der Eßig in vollem Sieden wäre, und stiegen noch immer eine unsägliche Menge Blasen in die Höhe. Dieses fuhr beständig fort bis nach dem sechsten Zuge, wiewohl bey dem fünften das Sieden am stärcksten war. Es blieben aber alle Blasen einzeln vor sich, und wurden auch nicht so groß als wie vorhin bey den übrigen flüßigen Materien, sondern blieben wie sehr kleine Perlein. Als man bey den letzten Zügen gegen die Luft in den oberen Theil des Glases sahe, nahm man wahr, daß die Blasen in die Höhe sprungen und daselbst im Freyen zerplatzten: wovon auch die innere Fläche des Glases hin und wieder naß ward, als wie wenn der Schweiß an den Fenstern zerflieſſet. Ob ich nun wohl eine lange Weile wartete, so konnte ich doch des Siedens kein Ende erwarten: jedoch als nur ein wenig Luft hinein gelassen ward, hörete alles auf einmal auf; kam doch aber bald wieder, als ich die Luft von neuem auspumpete. Man siehet hieraus, daß der Eßig sich nicht so starck wie das Wasser

und

und andere flüßige Materien ausdehnen §. 157.
läſſet.

§. 157. Ich habe auch in das groſſe Luft im
und kleine Glas Francken-Wein gegoſſen, Weine.
und folgendes dabey wahrgenommen. Auf dem ersten Zug kamen sehr kleine Bläſelein, die man kaum gegen das Licht sehen konnte, hingegen in dem kleinen Glaſe beſſer sichtbar wurden, als sie sich an die innere Fläche deſſelben rings herum anhiengen. Auf den andern Zug nahm die Zahl und Gröſſe der Blaſen zu, auch ward ihre Bewegung mercklich schneller. Man konnte abſonderlich in dem kleinen Glaſe augenſcheinlich sehen, wie die Bläſelein, welche sich angehänget hatten, auf einmal gröſſer wurden, indem nach Eröfnung des Hahnes die Luft heraus fuhr. Auf den dritten Zug vergröſſerten sich die angehängten Blaſen noch mehr, und giengen meiſtentheils los. Uebrigens sahe man in beyden Gläſern, daß die Blaſen gröſſer, häufiger und schneller als vorhin auffuhren. Auf den vierten Zug wurden der Blaſen so viel, daß sie oben in dem groſſen Glaſe blieben, und eine die andere nicht berührete, ſondern etwas druckete: hingegen in dem kleinen Glaſe kamen die Blaſen, ob zwar groß und schöne rund, nur einzeln in die Höhe, wie Perlen, und zerſprungen daſelbſt. Weiter wolte sich nichts veränderliches zeigen. Man ſiehet

§. 157. hieraus, daß zwischen Eßig und Wein eine grosse Aehnlichkeit gewesen, nur daß im Eßig die Blasen viel häufiger heraus gegangen, und kein Ende zu erwarten gewesen. Es ist bekannt, daß Francken-Wein auch einige Säure hat, ob sie gleich nicht der Säure des Eßigs beykommt, und überhaupt hat ein ausgelegener Wein nichts von Gährung an sich, und also ist kein Wunder, daß sich auch in etwas einige Aehnlichkeit zwischen ihm und dem Biere zeiget, was von der Gährung mehr entfernet ist, als von dem sauer werden. Ich habe es auch wohl sonst mit andern Weinen versuchet, aber da ich nicht aufgeschrieben, was sich für Unterscheid ereignet, und das Gedächtniß leicht trügen kan, mag ich vor diesesmal nichts weiter hinzu setzen. Nur mercke ich noch an, daß der Most sehr brauset, wenn man ihn in einen Ort bringet, wo keine Luft ist, und hierinnen sich mit ihm und dem Biere, welches noch nicht recht ausgegohren hat, einige Aehnlichkeit zeiget (§. 155.). Allein weil ich die besonderen Umstände gleichfalls nicht aufgeschrieben, und jetzunder keine Zeit ist, da man Most haben kan; so muß ich es gleichfalls hierbey bewenden lassen. Ich achte auch überhaupt nicht nöthig mit mehreren flüßigen Materien etwas zu versuchen, da man zur Zeit durch diese Versuche noch nichts von dem

Wie der Most im Luft-leeren Raume brauset.

dem inneren Unterscheide der flüßigen Materien heraus bringen kan; sondern will vielmehr zu andern Cörpern fortschreiten, die nicht gantz flüßig, auch nicht gantz feste sind. §. 157.

§. 158. Unter diese Arten der Cörper rechne ich die Eyer: denn unerachtet so wohl das Weisse, als der Dotter flüßig ist, so ist doch mehr feste, als flüßige Materie darinnen, massen sie durch die Wärme bald stehend wird, da hingegen die flüßigen verrauchen, wenn sie warm werden, als wie alle diejenigen, damit wir vorher Versuche angestellet haben. Ich weiß mich zu entsinnen, daß, da ich anfangs noch eine schlechtere Luft-Pumpe hatte, die Eyer unter der Glocke zerplatzten, wenn die Luft heraus gepumpet wurde, und so wohl das Weisse, als der Dotter heraus liefen. Dieses ist mir einige mahl im Winter angegangen, nach diesem aber sind sie immer gantz geblieben. Ich habe mit Fleiß ein gantz frisch gelegtes Ey dazu genommen: aber es ist gantz geblieben, ob ich gleich die Luft gantz reine ausgepumpet. Nach diesem habe ich in der Mitten etwas von der Schaale abgebrochen, damit ein Loch in der Grösse eines Groschens wurde, und das Ey noch einmahl unter die Glocke gebracht. Bey dem ersten Zuge zeigete sich nichts veränderliches: aber bey dem andern und dritten

Luft in Eyern.

Eyer zerplatzen nicht immer im Luft-leeren Raume.

Veränderung in einem Eye,

§. 158. so eine Oefnung hat.

ten stieg das Weisse in die Höhe, und lief gar heraus, dergestalt daß ein Theil herunter gestossen war, der andere hingegen oben auf dem Eye stehen blieb. Bey dem fünften Zuge resolvirte sich das Weisse in lauter Blasen, stieg noch mehr in die Höhe, und kam weiter heraus, was vorhin darinnen geblieben war. Endlich bey dem sechsten Zuge gieng auch etwas von dem Dotter heraus, den ich mit einem scharf geschliffenem starcken Drathe zerstochen hatte: weiter wolte sich nichts veränderliches zeigen. Ich weiß mich zu entsinnen, daß öfters der gantze Dotter mit heraus gefahren, wiewohl ich ihn nicht durchstochen gehabt. So bald ich die Luft wieder unter die Glocke gelassen, hat sich der in die Höhe gestiegene Dotter mit dem Eyer-Weisse wieder hinein gezogen; und, da das Eyer-Weiß alles in einem Stücke an einander hänget, daß, wo eines hinfähret, das andere nachgezogen wird, so zog sich auch dasjenige mit hinein, was herunter geflossen war: hingegen, was von dem Dotter auf den Teller der Luft-Pumpe kommen war, blieb daselbst zurücke.

Veränderungen des Eyer-Weisses.

Ich habe nach diesem das Eyer-Weiß in das grosse Glas gegossen, und es unter die Glocke gebracht: aber es hat sich keine weitere Veränderung gezeiget, als daß sehr wenige einzele, jedoch in Ansehung derer Blasen, die aus andern flüßigen Materien heraus stei-

steigen, grosse Blasen nach und nach auf- §. 158.
gestiegen, und, weil sie nicht zersprungen,
sondern da die Materie zähe ist, und sich
starck ausdehnen lässet, oben stehen blieben,
und einen Theil des Glases eingenommen.
So bald wieder Luft hinein gelassen worden;
sind die Blasen verschwunden, und die Ma-
terie des Eyer-Weisses, daraus sie formiret
waren, wieder zusammen geflossen. Unter-
weilen hat sich noch weniger Veränderung
in dem Eyer-Weisse gezeiget, als jetzund be-
schrieben worden. Da mir nun aus dem vor-
hergehenden bekannt war, daß die flüßigen insonder-
Materien in diesem Stücke vielmehr Ver- heit des
änderungen zeigen, wenn sie warm, als wenn warmen.
sie kalt sind; so habe auch das Eyer-Weiß
in einer Kelle über ein gelindes Kohl-Feuer
gehalten, und mit dem Finger gerühret, da-
mit es nicht unten stehend würde. So bald Handgrif.
es sich aber an die Kelle legen wolte, goß ich
es aus in das Glas, unerachtet man eben
noch keine Wärme darinnen verspüren
konnte. Nachdem es unter die Glocke kam,
und die Luft ausgepumpet ward; gieng
die gantze Materie in lauter Blasen, die
das gantze Glas erfülleten. Als mit Aus-
pumpen angehalten ward; liefen die Bla-
sen endlich oben heraus, und unterweilen ist
fast gar nichts von dem Eyer-Weisse zurü-
cke geblieben. Auf eben solche Weise habe Versuch
ich es mit Dotter versuchet. Als ich ihn mit dem
Dotter.
in

§. 158. in das Glas gethan, so wie er aus dem Ey heraus kam, und die Luft wegpumpete, kamen anfangs nur einzele Blasen heraus, und blieben oben stehen. Unerachtet es aber zuletzt schiene, als wenn der gantze Dotter sich in Blasen aufgelöset hätte, indem sich oben nichts als Blasen über das gantze Glas gesetzet hatten, auch rings herum an dem Glase lauter Blasen, eine an der andern, zu sehen waren; so nahm doch der Eyer-Dotter nicht sonderlich viel Raum von dem Glase ein, sondern der gröste Theil blieb leer. Ich goß ihn nach diesem in eine kleine Kelle, und hielt ihn über ein gelindes Kohl-Feuer, rührete ihn auch mit dem Finger, wie vorhin das Eyer-Weiß, herum, damit sich nicht etwan irgendswo etwas anhängen, oder harte werden möchte. Unerachtet er nun auch nicht so warm werden konnte, daß man es an den Fingern verspüret hätte; so goß ich ihn doch wieder in das Glas, und brachte ihn unter die Glocke. Alsdenn wurde er gleich auf den andern Zug in lauter Blasen aufgelöset, die bis über das Glas sich erhoben. Bey anhaltendem Pumpen liefen die Blasen heraus, und unterweilen ist wenig oder gar nichts von dem Dotter im Glase zurücke geblieben. Anfangs waren die Blasen schöne rund wie Perlen anzusehen, und lag eine auf der andern und neben der

andern.

andern. Nach diesem wurden sie so groß wie im spiritu vini (§. 151.) und, wenn sie zersprungen, fuhren die oberen anfangs in die Höhe, bald aber wieder zurücke, welches eine kleine, jedoch geschwinde Bewegung auf und nieder verursachte. Man erkennet hieraus, warum der Eyer-Dotter einen Teig, wenn er warm wird, locker machen kan. §. 158.

§. 159. Als ich ein Stücke Sauer-Teig unter die Glocke legete, die ich in denen bisherigen Versuchen gebrauchet; begonnte derselbe sich auf jeden Zug zu heben, daß er wie ein Ball aufgeblasen, und im Diameter mehr als noch einmal so groß ward. So bald ich die Luft hinein ließ, fiel der Teig wieder zusammen, und ward auf einmahl gantz breit. Nach diesem habe ich von rockenem Mehle und Wasser einen Teig einrühren lassen, der so derb als wie der Sauer-Teig war, und ein Stücke von gleicher Grösse unter die Glocke gebracht. Als ich die Luft ausgepumpet, hat sich gleichfalls der Teig auf jeden Zug in die Höhe gegeben, und schiene er dem Ansehen nach mehr aufgelaufen zu seyn, als der Sauer-Teig. So bald ich die Luft von aussen wieder unter die Glocke hinein ließ; fiel der Teig eben so, wie vorhin der Sauer-Teig, wieder zusammen. Weil der Teig sich in die Höhe hebet, wenn die äusLuft im Sauer-Teige.

Im Teige von rockenem Mehle.

Erklärung des Versuches.

seie

§. 159. sere Luft weggepumpet wird; so muß etwas in dem Teige seyn, welches sich weiter ausbreitet, und den Teig von einander treibet. Denn indem die Luft unter der Glocke verdünnet wird (§. 80.), so wird ihre ausdehnende Kraft geschwächet (§. 81.) und sie drucket dannenhero auf den Teig weniger als vorher. Da nun der Teig so gleich in die Höhe gehet, und aus einander getrieben wird, nicht anders als wie sich in diesem Fall eine Blase aufbläset (§. 80.); so muß auch dasjenige, was den Teig aus einander treibet, sich gleich ausbreiten, indem der Widerstand gehoben wird. Und demnach muß es eine ausdehnende Kraft haben. Wir wissen, daß der Teig mit Wasser eingerühret ist, darinnen viel Luft ist (§. 148.). Und demnach könnte man meinen, die Luft in dem Wasser breite sich aus, und treibe dadurch den Teig von einander. Allein weil das Wasser nicht so sehr von einander getrieben wird, wie der Teig (§. cit.), so kan auch wohl die Luft, welche sich in ihm befindet, nicht die einige Ursache seyn. Und demnach erkennet man hieraus, daß in dem Teige noch mehr Luft seyn müsse, als die durch das Wasser hinein kommen. Denn die flüßige Materie, die eine ausdehnende Kraft hat, welche mit der ausdehnenden Kraft der äusseren Luft die Wage hält, kan wohl nichts anders

ders als Luft seyn. Nun ist ausser dem Wasser zu dem Teige weiter nichts kommen als das Mehl. Derowegen muß viel Luft in dem Mehle seyn. Da der gantze Teig, wie eine Blase aufgetrieben wird; so ersiehet man daraus, daß die Luft durchaus durch ihn zertheilet sey, und in den kleinen Hölen, welche in den kleinen Theilen anzutreffen, sich aufhalte. Warum die Luft nicht gar heraus fähret, lässet sich aus der Beschaffenheit des Teiges begreifen. Es ist bekannt, daß aller Teig zähe ist, indem er sich wie andere zähe Materien in die Länge ziehen lässet. Die Luft demnach dehnet den Teig aus, wie eine Blase, indem sie sich ausbreitet und machet ihn inwendig voller Blasen. Wer Lust hätte diese Blasen zu sehen, durfte nur den Teig in dem von Luft ausgeleertem Raume lassen trocknen (welches man leicht bewerckstelligen kan, wie sichs unten zeigen wird); so würde man nach diesem die Löcher theils durch blosse Augen, theils durch das Vergrösserungs-Glas sehen können. Man kan aber leicht erachten, daß es nicht anders aussehen werde, als im Brodte, wo der Teig durch die Gährung von einander getrieben wird.

§. 159. Luft ist im Teige vertheilet. Wie ihre Vertheilung sichtbar wird.

§. 160. Damit man desto weniger zweifseln möchte, daß in dem Mehle viel Luft

Luft im Mehle.

§. 160. sey, welche sich gewaltig ausbreitet, wenn sie von dem Drucke der äusseren Luft befreyet wird: so habe ich solches augenscheinlich zeigen wollen. Ich habe zu dem Ende in das grosse Glas so viel Wasser gegossen, wie oben (§. 148.), und, so viel angehet, von der Luft gereiniget. Das Wasser, welches ich hierzu brauchte, war nicht frisch aus dem Brunnen geplumpet worden, wie dasjenige, welches ich zu dem Versuche in angeführtem Orte gebrauchet; sondern hatte über 24 Stunden auf dem Fenster gestanden, und war daher wärmer als dasjenige, welches frisch aus dem Brunnen kommet. Daher ereignet sich damit einiger Unterscheid in denen Veränderungen, die bey Wegpumpung der äusserlichen Luft zu sehen waren, dergleichen man im frischen Wasser nicht verspüret. Damit ich es aber kurtz sage, weil ich es hier blos beyläufig erinnere: es ging bey nahe in allem eben so zu wie bey dem Eßig (§. 156.), und gingen noch immer wie dort Blasen häufig heraus, ob man gleich nicht mehr pumpete, auch nichts auszupumpen mehr da war. In dieses Wasser schüttete ich etwas Rockenmehl, welches gantz locker auf einem Papiere lag, schüttelte das Wasser im Glase, damit es sich damit vermenget, jedoch nur einen sehr dünnen fliessenden Brey machte, und brachte es

Besonderer Umstand.

wieder

wieder unter die Glocke. Als ich die Luft von neuem auspumpete, zeigte sich nichts veränderliches bey dem ersten Zuge. Bey dem andern sahe man weiter nichts als einige Blasen, die oben an der Fläche des eingerührten Mehles entstunden, und wolte es scheinen, als wenn sich dasselbe etwas heben wollte. Auf den dritten Zug setzte sich oben ein grosser Theil Blasen auf eben die Art und Weise, wie wenn der Eyer-Dotter sich in Blasen auflöset (§. 158.). Nach dem vierten Zuge wurden die oberen Blasen sehr groß und zersprungen: die übrigen hoben sich noch weiter in die Höhe. Nach dem fünften Zuge sahe es in dem obern Theile des Glases so aus, wie bey dem Spiritu vini (§. 151.); unten aber stiegen von neuem Blasen aus dem Mehle, die sich wie im Eyerdotter durch die Breite des ganzen Glases in einer mercklichen Höhe ansetzten. Nach dem sechsten Zuge stiegen die grossen Blasen oben heraus: die andern folgeten ihnen in die Höhe nach, und unten stiegen wieder von neuem andere kleine aus dem Mehle auf. Als ich weiter fortpumpen ließ, führe es auf solche Weise fort. Ich zweifele nicht im geringsten, daß, wenn man das Wasser nur gantz wenig warm werden liesse, das Mehl mit ihm grösten Theils oben zu dem Glase heraus laufen würde: denn bey dem kalten Was- §. 160.

§. 160. ser ist bey nahe schon alles so erfolget, wie bey dem erwärmeten Eyerdotter.

Luft im Holtze.

§ 161. Ich habe nach diesem in dem vorigen Glase von neuem Wasser von der Luft gereiniget, so viel angehet: welches auch in gegenwärtigen Versuchen genung ist. Denn wir wollen dieses Wasser dazu brauchen, daß die Luft, welche aus festen Cörpern gehet, sichtbar wird, hingegen man die Luft, welche aus dem Wasser gehet, nicht aus Irrthum mit ihr vermenget. Nun ist bekannt, daß, wenn die Luft aus dem Wasser einmahl ausgepumpet worden, und man nach diesem gleich wieder das Wasser in die Luft bringet, dennoch keine Luft von neuem heraus gehet, indem es von neuem unter die Glocke an die Luft-Pumpe gebracht wird. Ich habe demnach in dieses Wasser ein kleines Stücke Holtz von einer Tanne eingetauchet: und zwar blieb es gantz unter dem Wasser, weil es von beyden Seiten mit den Ecken an das Glas anstieß. So bald der Stempel heraus gezogen war, und der Hahn das erstemahl eröfnet wurde, giengen gleich eine unzehliche Menge Blasen aus dem Holtze heraus, sonderlich von den Seiten, wo die Jahre nach der Länge zu sehen sind: es hörete aber auch bald wieder auf, und stiegen währender Zeit, daß der Stempel von neuem heraus gewunden ward, nur

Warum das Wasser von Luft gereiniget wird.

Beschreibung des Versuches.

eintzele

eintzele Blasen nach einander aus dem Holtze durch das Wasser in die Höhe. Als der Hahn das anderemal eröfnet ward, fieng das Wasser gleichsam an über und über zu sieden, so weit als das Holtz darinnen lag: denn in dem übrigen war nicht die geringste Veränderung zu spüren. Ausser den grossen Blasen, die wie ziemliche Perlen aussahen, stiegen auch in einer noch grösseren Menge gantz kleine Bläselein auf, die das Wasser, so weit als es über das Holtz gieng, gantz trübe machten. Als man zu pumpen weiter fortfuhr, kamen auch immer wieder auf jeden Zug grosse und kleine Blasen heraus. Und, wenn unterweilen eine Blase wie ein grosser Nadel-Knopf durch das Wasser schnelle durchfuhr, wurden dadurch die kleinen unter einander gestossen und gantz aus ihrer Ordnung gebracht. Es nahm aber die Menge der grossen und kleinen Blasen überhand, indem die Luft unter der Glocke abnahm. Das Holtz war beständig rings herum mit Blasen besetzet, davon sich nach und nach einige loßrissen, und andere hingegen an ihre Stelle kamen. Als ich von aussen wieder Luft unter die Glocke ließ; so verschwunden die Blasen, welche sich an dem Holtze angehänget hatten, auf einmahl, das Wasser, welches über das Holtz gieng, setzte sich und stund das Holtz §. 161.

§. 151. über die Helfte heraus. Es veränderte sich auch die Farbe des Holtzes wegen des vielen Wassers, welches sich hinein gezogen hatte, indem es sehr naß aussahe. Ja, als ich das Holtz heraus nahm und ins Wasser warf, sunck es darinnen unter. Man siehet hieraus, daß in die Oerter, darinnen vorher innerhalb dem Holtze Luft gewesen, das Wasser hinein gedrungen, und dadurch das Holtz schwerer worden. Es schwimmet demnach das Holtz im Wasser, weil viel Raum innerhalb demselben ist, welcher mit Luft erfüllet, gleichwie eine gläserne Kugel, oder auch eine aus Metall, schwimmet, wenn sie hohl und die Höhle mit Luft erfüllet ist, hingegen untersincket, indem die Höhle von Wasser erfüllet wird. Derowegen ist das Holtz an sich nicht leichter als das Wasser, das ist, die Materie des Holtzes ist nicht leichter als das Wasser, denn diese sincket im Wasser unter; sondern der leere Raum, der hin und wieder zwischen der Materie des Holtzes angetroffen wird, machet das Holtz nur leichter als das Wasser. Ich versuchte es nachdem auch mit einem Stücklein birckenem Holtze, welches schwerer ist als das tännene; jedoch weil es mit seinen Ecken nicht an das Glas feste anstieß, muste ich es nur schwimmen lassen, so daß der obere Theil davon ausser dem Wasser war. Es gingen aber die Jahre

Wenn das Holtz untersinckt.

Warum es im Wasser schwimmet.

Materie des Holtzes ist schwerer als Wasser.

Voriger Versuch wird wiederhohlet.

im

im Holtze nach der Länge des Glases. Als ich die Luft unter der Glocke wegpumpete, kamen gleich auf den ersten Zug unzählich viel kleine Bläselein heraus, die aber gleich wieder aufhöreten, in solcher Menge heraus zu fahren, und nach diesem nur eintzeln sich zeigeten, wiewohl diese eintzele Bläselein gar viel grösser waren als die übrigen, welche haufenweise auf einmal heraus giengen. Auf den andern Zug fuhren abermahls eine unzähliche Menge Bläselein heraus, die das Glas über und über erfülleten: dergleichen auch bey dem dritten Zuge geschahe. Bey dem vierten Zuge wurden die Blasen grösser, nahmen aber an der Menge ab: dergleichen auch ferner erfolgete, als mit dem Auspumpen angehalten wurde, bis zuletzt viel grössere Blasen, aber nur eintzeln heraus kamen. So bald wiederum Luft von aussen unter die Glocke gelassen ward, verschwunden auf einmahl alle Blasen und das Wasser setzte sich, doch nicht so viel wie vorhin. Als ich das Holtz heraus nahm und ins Wasser warf, kam es anfangs wieder in die Höhe, war doch gröstentheils eingetauchet, so daß oben nur ein kleiner Theil nicht mit Wasser bedecket war. Ehe ich mich aber kaum umsahe, sunck es zu Boden. Man siehet hieraus leicht, daß weil das Holtz in dem Glase, darinnen der Versuch angestellet §. 161. Ursache dessen was sich dabey ereignet.

§. 161. ward, nicht gantz im Wasser gelegen, sich auch das Wasser nicht gantz hinein ziehen können. Daher es wegen des leeren Raumes, der noch in dem obern Theile des Holtzes sich befunden, noch leichter gewesen als das Wasser. Weil es sich doch aber fast gantz eingetauchet, zum wenigsten gar viel weiter als es bey dem Versuche im Wasser gelegen; so hat sich auch das Wasser in den übrigen Theil hinein ziehen können, wo vor keines hinein dringen konnte, und daher ist es schwerer worden und untergesuncken. Wie es zugehet, daß sich das Wasser hinein ziehet, ist aus dem zur Genüge klar, was oben in ähnlichen Fällen (§. 97. 98.) ausführlicher gezeiget worden.

Luft im Gorcke. Versuch.

§. 162. Ich habe es auch mit einem Stücklein Gorck versuchet. Weil er sehr leichte ist, so konnte er kaum im Wasser sich eintauchen, sondern der gröste Theil davon lag ausser dem Wasser. Bey dem ersten Zuge sahe man nur hin und wieder von der Seite, wo der Gorck im Wasser lag, einige wenige eintzele, doch in Ansehung der vorhergehenden Versuche, grosse Blasen, etwan, wie eine kleine Linse, oder ein Korn von Rübe-Saamen, heraus fahren, die zum Theil sich losrissen und durch das Wasser in die Höhe stiegen, zum Theil an dem Gorcke hangen blieben. Bey dem andern Zuge zeigeten sich mehrere Blasen,

aber

aber die meisten waren gar viel kleiner als die ersten. Dieses ist nicht zu verwundern. Im Anfange ist die Luft noch nicht sehr dünne, und daher ihre ausdehnende Kraft nicht schwach (§. 80. 81.); derowegen kan nur an denen Orten Luft heraus fahren, wo viel bey einander ist. Bey dem andern Zuge ist die Luft viel dünner und schwächer (§§. cit.), und kan daher auch die Luft aus denen Orten heraus gehen, wo wenige bey einander. Unerachtet nun aber die Luft, welche aus dem Gorcke heraus fähret, sich mehr ausbreitet, indem die unter der Glocke dünner ist, als wenn sie noch nicht so dünne worden: so ist doch möglich und wir finden es hier in der That, daß viel Luft einen grössern Raum erfüllen kan, wenn sie wenig ausgebreitet wird, als viele, die sich weit mehr ausbreitet, nemlich in Proportion ihrer Grösse oder des Raumes, den sie vorher erfüllet. Als man mit Auspumpung der Luft anhielt, gieng es immer so fort: jedoch; unerachtet bey dem fünften Zuge, da sich nichts mehr auspumpen ließ, und daher der Raum unter der Glocke von Luft leer war, die Zahl der Blasen sich nicht verringerte, sondern vielmehr zunahm; so wurden doch hier die Blasen wiederum grösser, weil nemlich auch wenige Luft hier Freyheit bekam sich starck auszubreiten. Als Luft von aussen unter die Glocke gelassen ward, nahm

§. 162. Erklärung des Versuches.

§. 162. das Wasser im Glase nicht ab, und der Gorck tauchte sich nicht mercklich tiefer ein als vorhin: woraus man abnehmen konnte, daß wenig Wasser hinein gedrungen war.

Luft im Leder.

§. 163. Nach dem Gorcke habe ich es auch mit einem Stücklein Leder versuchet.

Versuch.

Ich habe aber von dem starcken Leder genommen, welches ich zu Verwahrung der Luft-Pumpe, auch zu der Scheibe auf dem Teller gebrauche. Als ich dieses Leder, wie vorhin das Holtz, in von Luft gereinigtes Wasser warf; stiegen gleich einzele Blasen heraus. Als es an die Luft-Pumpe kam, mehrete sich bey dem ersten Zuge die Zahl der Blasen gar sehr, auch wurden viele davon mercklich grösser als die vorigen, die in freyer Luft heraus giengen. Bey dem andern Zuge nahm die Zahl der Blasen noch weiter zu, und bey dem dritten lies es wegen Menge der Blasen, die auf einmal heraus fuhren, nicht anders, als wenn das Wasser anfienge zu sieden. So gieng es auch fort, als man mit Auspumpen anhielte, ob man gleich eben nicht vermerckte, daß sich noch weiter Luft aus der Glocke auspumpen lies. So bald wiederum Luft von aussen unter die Glocke gelassen ward, verschwunden alle Blasen, ehe noch viel Luft hinein kommen war, welches ich auch bey den vorhergehenden Versuchen wahrgenommen.

Und

Und hieraus erhellet, daß die Luft, welche zuletzt heraus gehet, viel schwächer seyn muß, als die zuerst heraus fähret: welches aus keiner andern Ursache kommen kan, als weil ein kleiner Theil auf eine Blase kommt, folgends weil die grösten Theile zu erst heraus gehen, die kleineren nach diesem folgen. Unterdessen da die kleinen Theile der Luft eben so eine ausdehnende Kraft haben, wie die grossen, die sich mehr ausbreitet, je weniger sie Widerstand findet; so erkennet man daraus, daß die Luft in lauter Theile getheilet wird die wieder Luft sind. §. 163. Erklärung dessen, was in diesem Versuche besonders.

Indem die gantze Glocke wiederum mit Luft erfüllet war, ging das Leder im Wasser zu Boden, welches vorher darinnen schwamm, und war demnach schwerer als das Wasser. Man erkennet hier eben wie vorhin von dem Holtze (§. 161), daß die Materie des Leders an sich schwerer ist als das Wasser, das Leder aber nur deswegen leichter ist, weil darinnen viel Höhlen sind, die mit Luft erfüllet werden. Materie des Leders ist schweres als Wasser.

§. 164. Als ich in das grosse Glas, welches ich bisher in denen Versuchen gebraucht, frisches Wasser hinein gegossen und von Luft gereiniget hatte, warf ich ein Stück Pech hinein, welches gleich zu Boden gieng, indem das Pech schwerer ist als das Wasser: welches eben hieraus erhellet. Als ich es unter die Glocke an die Luft- Luft im Pech.

Pum-

§. 164. Pumpe brachte und die Luft wegpumpete, giengen auf den ersten Zug sehr wenige grosse Blasen heraus, die sich zum Theil losrissen und durch das Wasser in die Höhe stiegen, zum Theil aber an der Fläche des Peches hangen blieben: wiewohl die meisten blieben, indem sie sich schwer losrissen. Bey dem andern Zuge ging es noch eben so fort, wie bey dem ersten, und konnte man auch hierinnen sehen, daß sich die Blasen sehr schwer losrissen Nemlich man spüret an den Blasen einige Veränderung in der Figur, auch einige Bewegung und Entfernung von der Fläche des Peches, daß sie dieselben nach und nach weniger berühren, ehe sie gantz los gehen. Je länger nun dieses währet, je mehr erkennet man, daß die Blasen schwer los gehen. Auf den dritten Zug giengen die angehängten Blasen fort, indem die Luft sich weiter ausbreitete und sie dadurch nicht allein leichter machte als vorhin, wodurch sie geschickt wurden leichter im Wasser in die Höhe zu steigen, sondern auch eine Bewegung verursachte, wodurch sie losgerissen wurden. Es kamen andere kleinere in ihre Stelle und zwar in grösserer Anzahl, die zum Theil gleich in dem Wasser in die Höhe stiegen. Als ich mit Auspumpen ferner anhielt, nahm auch die Menge der Blasen zu. Indem ich wieder Luft von aussen unter die Glocke ließ, konte

ich

ich eben nicht mercken, daß das Wasser im Glase mercklich abnahm. §. 164.

§. 165. Damit ich auch erkennen möchte, was es für eine Beschaffenheit mit der Luft in Früchten hätte, so habe ich es mit Abricosen versuchet, als welche Frucht jetzund am besten zu haben. Ich brach anfangs eine Abricose halb von einander, nahm den Kern heraus, und legte die eine Helfte davon unter die Glocke. Indem ich die Luft auspumpete, konte ich nichts veränderliches daran sehen. Derowegen nahm ich ein Bier-Glas mit Wasser, das vorher von der Luft, so viel möglich (§. 148.) und nöthig (§. 161), war gereiniget worden, und legte die andere Helfte hinein. Als ich es unter die Glocke brachte und die Luft wegpumpete; gingen bald auf den ersten Zug sehr viele kleine Bläslein heraus, und blieben noch unzählich viel gantz dichte neben einander daran hangen, daß es nicht anders aussahe, als wenn die Abricose über und über von der inwendigen Seite wäre bezuckert worden. Hingegen von der auswendigen Seite, wo die Schaale war, hatten sich überall, jedoch nicht so nahe, sehr merckliche Blasen angeleget, dadurch anfangs die Abricose gehoben ward, als wolte sie schwimmen: nachdem sich aber einige davon losrissen, fing sie wieder an tiefer herunter zu sincken,

Luft in Abricosen.

Versuch mit einer halben.

§. 165. cken, wiewohl sie niemahls den Boden des Glases berühret. Dieses alles war bey dem andern und dritten Zuge noch deutlicher zu sehen, und wurden absonderlich bey dem dritten die Bläselein, so vorher all zu klein gewesen waren, um ein merckliches grösser. Bey dem vierten Zuge fieng das Wasser von den aufsteigenden Bläselein recht an zu sieden. Und unerachtet keine Luft mehr im Auspumpen verspüret ward; so höreten doch die Blasen nicht auf so wohl von der inwendigen als auswendigen Seite aufzusteigen, und blieb der Unterscheid zwischen denen, die von innen, und denen, die von aussen heraus drungen, in der Grösse beständig gar mercklich. Als ich Luft von aussen wieder unter die Glocke lies, sunck die Abricose völlig zu Boden, die Schaale war gantz gelb und glatt worden wie eine wächserne Citrone, und die gantze halbe Abricose sehr aufgelaufen. Als ich nun wahrgenommen hatte, daß auch die Luft durch die Schaale heraus drang, so habe ich es auch mit einer gantzen Abricose versucht. Es hatte aber dieselbe unten, wo sie an dem Stiele fest gewesen war, ein kleines Loch, weil sie daselbst ein Wurm gestochen hatte, dergleichen an dieser Frucht nicht ungewöhnlich ist. Als ich sie in von Luft gereinigtes Wasser legte, und unter die Glocke an die Luft-Pumpe brachte, stiegen

Versuch mit einer gantzen.

bald

bald bey dem ersten Zuge rings herum viele Blasen auf, und blieben auch die meisten hangen. Unten wo das Loch war, giengen grosse Blasen hinter einander heraus, als wie zu geschehen pfleget, wenn eine gläserne Kugel mit einer engen Röhre ausgepumpet wird (§. 97.), so daß sie bey dem andern Zuge so groß wie eine Erbse waren, da die anderen, die durch die Schaale heraus brachen, nur wie Perlein aussahen. Bey dem vierten Zuge wurden diejenigen, die aus dem Loche nach einander giengen, noch grösser, und dieses gieng so fort, auch da keine Luft mehr auszupumpen vorhanden war, so daß auch noch bey dem siebenten Zuge 10 grosse Blasen nach einander heraus fuhren, die nicht augenblicklich auf einander folgeten, sondern eine kleine Weile nach der andern: welches noch deutlicher bey dem achten Zuge wahrzunehmen war. Von den übrigen, die durch die Schaale der Abricose an allen Orten durchdrungen, ist nicht nöthig ein mehrers anzumercken, als daß sie beständig angehalten und nicht eher nachgelassen, als bis wiederum von aussen Luft hinein gelassen ward, da die gantze, so wie vorhin die halbe, zu Boden sunck. Als ich sie von einander brach, war sie mitten, wo der Kern lag, voll Wasser, welches doch aber fast gar keinen Geschmack angenommen hatte, und der Kern davon war gantz naß. Weil in

§. 166.

Besonderer Umstand.

der

§. 166. der Abricose von innen nur gantz kleine Blä-
Luft ist im Safte sehr subtil zertheilet. selein aufsteigen, so ist dieses eine Anzeigung, daß die Luft in dem Safte sehr subtil zertheilet sey: denn sonst würde sie sich durch ihre ausdehnende Kraft durch einen grösseren Raum ausbreiten, als wie wir bey andern Sachen vorhin gesehen. Unterdessen da gleichwohl von aussen durch die Schaale nur hin und wieder ungemein grössere Blasen hervor dringen, als diejenigen sind, welche von innen aus dem Safte gehen; so müssen in der Schaale hin und wieder Eröfnungen seyn, da viele Luft zusammen heraus gehet, entweder die von vielen Orten zusammen kommet und da ihren Ausgang findet, oder viel besondere Luft-Röhren seyn, die in der Schaale hin und wieder ihren Ausgang finden. Daß unten, wo die Schaale verletzet worden, die Luft, als wie aus einer Röhre, in lauter eintzelen grossen Blasen heraus gefahren, die auch mit denen, welche sich an andern Orten der Schaale angehänget, gar keine Vergleichung haben, und zwar sehr geschwinde hinter einander, dahingegen die übrigen durch die Schaale gantz langsam durchgedrungen; kam daher, weil in der Mitten wo der Kern lieget, viel Luft ist, auch aus dem Kerne selbst sich viele heraus pumpen lässet (§. 166.). Jedoch scheinet es auch als wenn Luft-Röhren in

Schaale hat besondere Luft-Löcher.

der

der Abricoſe vorhanden wären. Man ſiehet hieraus, was der gegenwärtige Verſuch für Anlaß giebet von der inneren Beſchaffenheit der Früchte weiter zu unterſuchen. Unerachtet aber mein gegenwärtiges Vorhaben nicht iſt ſolches zu unterſuchen; ſo habe ich doch für nöthig erachtet noch einen Verſuch anzuſtellen, damit man nicht etwan aus Uebereilung durch dasjenige, was ich im Zweifel gelaſſen, ſich zu einem Irrthum verleiten laſſe. Ich habe demnach eine Abricoſe, die gantz unverſehret war, auf der einen Seite abgeſcheelet, ſo daß ich die Schaale blos abgezogen, ſo viel ſichs wolte thun laſſen, und ſie hernach in von Luft gereinigtes Waſſer geleget. Als die Luft ausgepumpet ward, ſtiegen beſtändig von der Seite, wo die Schaale weg war, in unſäglicher Menge kleine Bläſelein wie geriebener Zucker in die Höhe. Hingegen unten, wo der Stiel geweſen war, gieng die Luft wie aus einer Röhre heraus. Und demnach ſiehet man, daß dieſe groſſe Blaſen-Luft nur vorhin zufälliger Weiſe zu dem Loche heraus kommen, weil es eben unten an dem Stiele war, und die Luft daſelbſt zur Seite den beſten Ausgang gefunden, ob ſie zwar eigentlich darneben, wo der Stiel geweſen, heraus gedrungen. Von der Seite, wo die Schaale war, kamen nur an eintzelen Oertern Blaſen heraus, die ei-

§. 166. Nutzen des gegenwärtigen Verſuches.

§. 165. ne Weile hangen blieben, ehe sie losgiengen, da hingegen die kleinen in einem wie ein Strom fort flossen. Und hieraus siehet man, daß die Bläselein groß worden, indem nach und nach immer mehrere kleinere hinzu gestossen. Auf die letzte, da die kleinen Bläselein auf der abgeschleeleten Seite ein wenig grösser wurden, und nicht mehr gar so schnelle nach einander heraus fuhren, sahe man, daß die Blasen, welche folgeten, eben an dem Orte heraus kamen, wo die vorhergehenden heraus fuhren: welches die Muthmassung, die ich vorhin gemacht, als wenn besondere Luft-Röhren in der Frucht wären, gar deutlich bekräftiget. Währender Zeit, daß die Luft ausgepumpet ward, schwamm die Abricose im Wasser: so bald aber neue von aussen unter die Glocke gelassen ward, sanck sie unter. Ich ließ aber Luft hinein, ehe ich ein Ende erwarten konnte, daß keine mehr aus der Frucht heraus gieng, indem es zu lange anhielt. Als ich die Frucht unten, wo der Stiel gewesen war, betrachtete, war nichts verfehrtes daselbst wahrzunehmen. Hingegen ist noch ein besonderer Umstand anzumercken, den ich bey dem ersten Versuche nicht wahrgenommen, ob er sich gleich vielleicht auch mit dabey mag ereignet haben. Nemlich durch das Loch, wo der Stiel gewesen war, kam ruckweise Luft heraus, nicht anders als

Ob Luft-Röhren in Abricosen sind.

Besonderer Umstand.

wenn

wenn man von neuem gepumpet hätte, ob- §. 165.
gleich mit Pumpen eine Weili inne ge-
halten wurde, und unterweilen mehr als
einmal. Indem die Luft heraus fuhr,
ward die Abricose gewendet, so daß der Ort
des Stieles sich etwas nach der Seite her-
auf kehrete: so bald aber keine Luft mehr
heraus fuhr, fiel auch die Frucht wieder in
ihre vorige Lage. Als ich sie von einander
brach, so war abermahls in der Mitten viel
Wasser, und der Kern sehr naß, als er nicht
zu werden pfleget, wenn er eine gute Weile
im Wasser gelegen.

§. 166. Weil ich aus dem vorherge- Luft im Abricosens Kern.
henden Versuche sahe, daß die Kern in den
Abricosen sehr naß worden waren, und von
der vielen Nässe ganz ihre Farbe verändert
hatten, auch aus der täglichen Erfahrung
bekannt ist, daß die Nässe in der Erde sich in
die Kern ziehen muß; so habe ich zu un-
tersuchen verlanget, ob in der harten Schaa-
le des Kernes auch etwan Höhlen vorhan-
den, darinnen Luft ist, und darein von auf-
sen das Wasser bringen kan, wenn jene her-
aus gehet. Zu dem Ende habe ich einen
Kern, den ich aus einer Abricose genom-
men hatte, die noch nicht im Wasser ge-
wesen war, in von Luft gereinigtes Was-
ser geleget, und ihn unter die Glocke ge-
bracht. So bald ich ihn hinein warf, sa-
he man an einigen Orten, wiewohl an gar

§. 166. wenigen, Blasen, die sich an den Kern angehänget hatten, und sonder Zweifel aus einer Höhle innerhalb der Schaale kommen waren, indem das Wasser durch seine Schwere hinein gedrungen war, und die Luft heraus getrieben hatte. Als ich die Luft anfieng auszupumpen, ward der Kern gleich auf den ersten Zug über und über voll Blasen, die zum Theil von eben der Grösse waren, wie diejenigen, welche durch die Schaale der Abricose heraus drungen (§. 165.). Jedoch blieben sie fast alle an der Schaale hangen, und giengen nur nach und nach und gantz eintzelen davon loß. Auf den andern Zug gingen noch mehre heraus, die andern rissen sich loß, und stiegen in die Höhe: ja als sie sich vergrösserten, ward der Kern dadurch im Wasser in die Höhe gehoben. Auf den dritten Zug kamen noch immer Blasen wie vorhin heraus: doch rissen sie sich längsamer loß als die vorigen. Auf den vierten Zug fuhren noch mehrere, doch kleinere heraus. Ich konnte wegen Kürtze der Zeit nicht warten, bis die Blasen sich verlohren. Als ich aber Luft hinein ließ, verschwunden sie auf einmahl, und der Kern veränderte seine Farbe, die sehr dunckel ward: woraus man schliessen konnte, daß sich Wasser hinein gezogen hatte. Als ich den Kern spaltete, war das Wasser durch die dicke Schaale gantz durchgedrun-

gedrungen, wiewohl nur in der Mitten, daß man es gantz deutlich an der veränderten Farbe spüren konnte. Eben dergleichen sahe man in den Kernen, die in den Abricosen gewesen waren, als ich sie ins Wasser geleget und die Luft ausgepumpet hatte (§. 165). §. 166.

Ja da ich den Kern von der Abricose im letzten Versuche eröfnete, die sehr lange im Wasser gelegen hatte; so war das Wasser durch die harte Schaale gantz durch gedrungen, und davon der inwendige Kern naß worden. Ich legte auch den inwendigen Kern ins Wasser, da gleichfalls einige Blasen nach und nach heraus traten, die ihn in die Höhe hoben; jedoch fiel er jedesmahl bald wieder zurücke, indem sich die Blasen loßrissen, ehe er kaum völlig in die Höhe kommen war. Bey Ende des Versuches konnte man eben nicht spüren, daß Wasser mercklich hinein gedrungen war.

Wasser dringt durch die harte Schaale:

aber nicht so wohl durch den innern Kern.

§. 167. Ich habe Wasser, welches ich von der Luft so viel gereiniget als heraus gehen wolte (§. 148.), über 2 Tage in einem weiten Bier-Glase unverdeckt stehen lassen, und zwar auf dem Fenster, wo auch von aussen freye Luft dazu kommen können: allein wenn ich es wieder unter die Glocke gebracht und die Luft wieder ausgepumpet, habe ich nicht verspüret, daß Blasen aus dem Wasser heraus gefahren wären. Woraus man siehet, daß sich die Luft sehr langsam wieder

Wie sich Luft mit dem Wasser vermischet.

Daß es langsam geschiehet.

§. 167. mit dem Wasser vermischet, wenn sie einmal heraus gepumpet worden. Es war zu der Zeit, da ich solches versuchte, starckes Regen-Wetter, jedoch eben nicht kalt: daher sich auch ein Donner-Wetter den einen Tag damit vereinigte. Zu eben dieser Zeit habe ich von diesem Wasser unter der Glocke, wo ich die Luft ausgepumpet hatte, diejenige runde Kugel mit der engen Röhre gefüllet, die ich oben (§. 97. 134) bey einigen Versuchen gebrauchet, und zwar auf die Art und Weise, wie oben (§. 97.) beschrieben worden. Es blieb oben in der Kugel eine Blase, die 1 Scrupel breit war. Nach vier und zwantzig Stunden war sie noch eben so breit. Ja noch am andern und dritten Tage fand ich sie noch immer 4 Linien, daß ich also nicht den geringsten Abgang verspüren konnte. Woraus denn abermahls erhellet, daß die Luft sich langsam mit dem Wasser wiederum vermenget, wenn es durch die Luft-Pumpe davon gereiniget worden. Die Zeit leidet es vor dieses mahl nicht alles genauer zu untersuchen: derowegen will ich nur noch anführen, was Mariotte a) hiervon erzehlet, der zu dem Ende viele Versuche angestellet, und sie umständlich beschrieben. Er hat das Wasser durch Kochen oder Sieden von der Luft gereiniget,

Wird ferner bestätiget.

Was Mariotte hiervon erfahren.

a) Eſſ. de la Nature de l' air p. 97.

get, ſonder Zweifel weil er wird erfahren haben, daß dadurch mehr Luft weggehet, als wenn man es von dem Druck der äuſſeren Luft unter der Luft-Pumpe befreyet: wie wir auch finden, daß die Luft, wenn ſie durch die Wärme ſich ausbreitet, mehrere Kraft hat, als wenn ſolches dadurch geſchiehet, daß ſie von dem Drucke der äuſſeren Luft befreyet wird. Denn z. E eine Blaſe zerſpringet nicht unter einer Glocke, daraus man die Luft reine ausgepumpet (§. 121.); ſie zerſpringet aber über einem Kohlfeuer (§. 133). Als nun Mariotte das Waſſer ohngefähr eine Stunde hatte kochen laſſen, hat er es wiederum kalt werden laſſen, und damit eine Phiole oder gläſerne Kugel gefüllet, deren Gröſſe er nicht meldet, welches doch aber höchſtnöthig geweſen wäre, wie auch ſchon in etwas aus dem vorhergehenden abzunehmen, inſonderheit auch deswegen, damit man die Menge der Luft, die ſich mit dem Waſſer vermiſchet, deſto beſſer mit der Menge des Waſſers in Vergleichung ſetzen könnte: welches zu wiſſen nöthig iſt, wenn man urtheilen will, ob auch ſo viel Luft wieder ins Waſſer hinein gehe, als durch das Sieden heraus gegangen. Als er die Phiole gantz erfüllet hatte, legte er den Finger auf die Eröfnung, und ließ, indem er ihn auf der einen Seite ein wenig in die Höhe hob, eine Blaſe Luft hinein, in der Gröſſe

§. 167. Zubereitung des Waſſers zum Verſuche.

Handgrif.

§. 167. einer Haſelnuß. Nachdem er ſie ins Waſſer ſetzte, damit weder das Waſſer heraus laufſen, noch einige Luft hinein dringen konnte, ſtieg die Blaſe oben in die Höhe, und konnte daſelbſt nirgends hinweichen. Es war aber das Waſſer, darein er das Glas ſetzte, von eben der Art wie dasjenige, womit die Phiole erfüllet war. So oft er dieſen Verſuch wiederholet, hat er allezeit gefunden, daß in drey bis 4 Tagen die Blaſe faſt gantz verſchwunden war, das wenige aber, was übrig blieb, in ſieben, bis acht Tagen, nicht völlig weg war. Die Luft iſt leichter als das Waſſer, und zwar acht bis neun hundert mal (§. 86.). Derowegen iſt es nicht möglich, daß ſie durch das Waſſer nieder ſteigen, und aus der Phiole heraus kommen kan. Da ſie nun aber gleichwohl nicht zu nichts werden kan; ſo muß ſie in das Waſſer hinein kommen ſeyn. Nun ſiehet man ſie nirgends in einem Orte bey einander: darum muß ſie ſich durch das Waſſer in gantz kleinen Theilen getheilet haben. Auf ſolche Weiſe ſiehet man, daß ſich die Luft im Waſſer auflöſet, und durch daſſelbe zertheilet, gleichwie ſonſt bekannt, daß das Saltz ſich darinnen auflöſet, und durch daſſelb zertheilet. Weil anfangs die Luft ſich viel geſchwinder verlieret, als zuletzt, wenn nur etwas weniges davon übrig iſt; ſo erkennet man daraus, daß die Luft ſich

Erfolg.

Wie es zugehet, daß ſich die Luft mit dem Waſſer vermiſchet.

Luft löſet ſich im Waſſer auf.

immer

immer ſchwerer in dem Waſſer auflöſet, je mehr ſich bereits damit vermenget hat. Es iſt wohl wahr, daß, da die Urſache, warum die Luft ſich mit dem Waſſer vermenget, noch nicht angezeiget worden, man nicht mit völliger Gewißheit ſolches ſchlieſſet: denn es könnte das Anſehen haben, als wenn vielleicht aus einer andern Urſache möchte geſchehen ſeyn, daß zuletzt die Luft ſo ſchwer in das Waſſer gegangen. Und wäre freylich auch rathſamer geweſen, wenn Mariotte zugleich angezeiget hätte, was für Veränderungen ſo wohl in der Wärme, als in der Schwere der Luft die Tage über vorgegangen, indem er ſeinen Verſuch angeſtellet. Allein da er gedencket, daß er es zu gar verſchiedenen malen verſuchet, und doch immer auf einerley Weiſe befunden, hingegen aber nicht glaublich iſt, daß zu denen verſchiedenen Zeiten, da er die Sache verſuchet, immer in den erſten Tagen einerley Aenderung in der Wärme und Schwere der Luft geweſen, und in den letzten wiederum einerley, jedoch von der vorigen gantz verſchiedene ſich ereignet: ſo hat man wohl auf dieſen Zweifel nicht zu ſehen. Es hat nach dieſem Mariotte es auch mit kleineren Blaſen verſuchet, die in der Breite nicht über vier Linien geweſen, und in dreyen Tagen ſich gantz verlohren, jedoch aber ebenfalls angemercket, daß die Luft im Anfange ſich

§. 158. Es wird ein Zweifel benommen.

Wiederholte Verſuche.

§. 167. viel geschwinder als zuletzt verlohren. Z. E er nahm wahr, daß sich von einer solchen Blase im ersten Tag $\frac{7}{8}$, im andern $\frac{3}{4}$ von dem übrigen Achtel, oder $\frac{3}{32}$ und im letzten nur $\frac{1}{32}$ verlohren. Als er auch von neuem Blasen hinein gelassen, hat er gefunden, daß sie im Anfang geschwinde, zuletzt langsamer verschwunden. Nemlich als die vorige Blase verschwunden war, ließ er eine neue hinein, die $3\frac{1}{2}$ Linie breit war, und sie verschwand in drey Tagen nicht völlig, sondern es blieb noch etwas weniges übrig. Er ließ noch von neuem Luft dazu, daß er eine Blase bekam, die $3\frac{1}{2}$ Linie breit war, wiewohl sich diese mit der vorigen nicht vereinigen wollte, und den folgenden Tag nicht mehr zu sehen war. In drey Tagen war diese Blase wieder weg. Er ließ noch eine von 4 Linien hinein, und nach dreyen Tagen war sie abermal weg bis auf eine kleine Blase, die noch keine Linie breit war. Diese Luft schiene was anders zu seyn als andere Luft, indem sie sich an das Glas anhängete, und nicht leicht von ihrer Stelle wich, als man das Glas niederbeugte. Er ließ über dieses von neuem eine Blase hinein, die im Diameter so groß wie die vorige war: aber sie vergieng erst völlig in sechs Tagen. Er ließ endlich noch eine hinein abermahl so groß wie die vorige: aber nicht allein nach dem zwölften, sondern auch gar nach dem zwantzigsten

Besondere Umstände.

Tage

Tage war noch eine Blase übrig, die zwey Linien breit war. Und hierdurch wird bekräftiget, daß die Luft schwerer ins Wasser hinein gehet, wenn schon viele darinnen ist, als wenn sich weniger darinnen befindet Man siehet auch überhaupt, daß es sehr schwer hält, wenn sich die Luft im Wasser auflösen und durch dasselbe zertheilen soll. §. 167.

§. 168. Wenn man Wasser in einem Glase in die Sonne setzet, und es eine Weile stehen lässet; so nimmt man wahr, daß sich hin und wieder Blasen anhängen. Es geschiehet auch dergleichen, wenn die Luft sehr kalt wird, als wie gegen den Winter, und man setzet das Glas mit Wasser in die kalte Luft. Vielleicht wird es einen und den andern befremden, wie Wärme und Kälte einerley Würckung haben können und zwar in einer Sache! Allein wenn wir forschen, wie es zugehet, wird der Zweifel sich bald heben. Wir wissen, daß die Luft sich von der Wärme ausbreitet (§. 133.), und die Luft aus dem Wasser gehet, indem solches geschiehet (§. 148.). Ob nun zwar die Bläselein sehr klein seyn mögen, die sich anfangs anhängen: so können sie doch aus zweyerley Ursachen vergrössert werden. Nemlich indem die Sonne auf das Glas, und also auch auf die daselbst angehängte Blasen scheinet, wird die darinnen befindliche Luft noch weiter

Luft wird durch Wärme und Kälte aus dem Wasser getrieben.

Wie dieses zugehet.

§. 168. ter ausgebreitet (§. 134.), und so werden die Blasen grösser. Indem mehrere Luft aus dem Wasser getrieben wird, fliesset sie mit der vorigen zusammen, nnd vergrössert dadurch die Blase (§. 165.). Die Kälte, wie wir in dem andern Theile sehen werden, bringet die Theile des Wassers näher zusammen, und jaget die zwischen ihnen sich befindliche Luft heraus. Wenn nun viele Luft=Theile zusammen kommen, breiten sie sich mit vereinigter Kraft aus, und formiren eine Blase.

Das 7. Capitel.

Von den Wind= oder Dampf=Kugeln.

§. 169.

Beschreibung der Dampf=Kugeln.

Ich habe der Dampf=Kugeln schon oben (§. 135.) gedacht, und von ihnen ausführlich zu handeln versprochen: welches an diesem Orte geschehen soll. Sie werden im Lateinischen Æolipilæ genennet, von dem Gott der Winde Æolo, weil die Alten vermeinet haben, man könne die Natur der Winde dadurch erklären: daher sie auch im Deutschen Wind=Kugeln heissen. Allein; da wir sehen werden, daß durch sie eigentlich kein Wind, sondern nur ein Dampf erreget wird; so hat

Erinnerung wegen des Nahmens.

schon

schon Rivius a) sie Dampf-Gefässe genennet. Wir wollen sie Dampf-Kugeln nennen. Will sie einer lieber Wind-Kugeln heissen, so gilt es uns gleich: denn wir haben in Wissenschaften viel Nahmen, die aus einem Irrthum herkommen, und erwächset daraus der Wissenschaft kein Nachtheil, indem man nicht aus den Wörtern und ihrer Herstammung etwas schliesset, wo man Wörter und Sachen zu unterscheiden gelernet. §. 169.

Tab. XV. Fig. 27. Wie sie verfertiget werden.

Es sind aber diese Dampf-Kugeln kupferne Kugeln AB mit einer Röhre AE, die eine sehr enge Eröfnung in E hat. Die Kugel wird aus zwey Helften ACD und CBD zusammen gelöthet, und zwar nicht mit Schnell- sondern Schlag-Lothe, damit es nicht anfängt zu fliessen, wenn man sie auf den glüenden Kohlen liegen hat. In A wird eine kupferne Röhre angelöthet, die daselbst etwas weit ist, von dar an aber bis in E immer abnimmt, bis endlich die Eröfnung daselbst so kleine wird, daß man kaum mit einem subtilen Drathe hinein kommen kan. Meine Dampf-Kugel hält im Diameter AB 37 L. in A ist der Diameter der Röhre $5\frac{1}{2}$ L. in E kaum $\frac{1}{3}$ L. so daß ich kaum mit einer gantz dünnen Steck-Nadel hinein kommen kan. Es ist dieses Instrument, wie aus dem Vitruvio b) zu ersehen,

Ihr Alter.

a) In Comment. über den Vitruvium lib. 1. c. 6. f. m. 86.

b) loc. cit.

§. 169. sehen, sehr alt, jedoch beständig von den Naturkündigern gebraucht worden, wie denn selbst Carteſius c), dem doch ſonſt das alte gar wenig angeſtanden, es in Erklärung der Winde gebrauchet.

Wie man dieſe Kugeln füllet.

§. 170. In dieſe Kugeln wird Waſſer gefüllet: jedoch iſt nicht nöthig ſie gantz damit zu erfüllen, ſondern man kan die gehörigen Verſuche damit anſtellen, wenn man auch nur gantz wenig hinein füllet. Es geſchiehet aber dieſes auf zweyerley Weiſe.

Erſte Manier.

Die gewöhnlichſte Art, deren ſich auch die Alten bedienet, geſchiehet vermittelſt der Wärme. Man leget die Kugel auf glüende Kohlen, ſo wird die Luft dadurch heraus getrieben (§. 134.). Will man ſehen, wie die Luft heraus fähret; ſo darf man nur die Röhre AE mit ihrer Eröfnung E ins Waſſer ſtecken: welches unterweilen nöthig iſt. Denn es kan die Eröfnung oder ſonſt die Röhre verſtopfet ſeyn, daß keine Luft heraus gehet.

Behutſamkeit dabey.

In dieſem Fall kan es leicht geſchehen, daß, wenn die Kugel nicht allzu ſtarck im Kupfer, oder auch groß, oder nicht feſte genung gelöthet iſt, ſie zerſpringet (§. 146.), und dadurch Schaden verurſachet. Man kan auch ſehen, ob Luft genung heraus iſt, damit man ſie nicht länger, als nöthig, auf dem Feuer liegen läſſet. Denn man hält ſich dadurch ohne

c) de Meteor. c. 4. §. 2. p. m. 173.

ohne Noth auf, wie wir bald sehen werden. §. 170.
Wenn so viel Luft durch die Wärme heraus getrieben worden, als man nöthig zu seyn erachtet; so nimmt man die Kugel von dem Feuer weg, und stecket die Röhre ins Wasser. So bald die Kugel sich ein wenig abkühlet, steiget das Wasser durch die Eröfnung der Röhre hinein (§. 134.), und, weil es kalt ist, wird auch dadurch die Kugel kalt: daher denn vollends so viel Wasser hinein steiget, als Raum dafür vorhanden. Wenn nun die Kugel allzu heiß worden; so gehet viel Zeit dahin, ehe sie so viel von ihrer Wärme fahren lässet, daß einiges Wasser hinein steigen kan. Und dieses ist die Ursache, warum ich gesaget habe, man solle sie nicht ohne Noth zu lange auf dem Feuer liegen lassen. Die andere Manier die Dampf-Kugel zu füllen, geschiehet durch die Luft-Pumpe. Denn wenn man eigentlich erweget, warum das Wasser durch die enge Eröfnung in die Dampf-Kugeln hinein steiget, so findet man, daß es keine andere als diese sey, weil die Luft durch die Warme verdünnet, und dadurch schwächer als die äussere worden (§. 134.). Man kan sie aber auch verdünnen durch die Luft-Pumpe, und dadurch verursachen, daß das Wasser hinein dringet (§. 97.). Derowegen habe ich auch unterweilen die Dampf-Kugeln auf folgende Weise gefüllet. Ich habe

Wie das Wasser hinein steiget.

Andere Manier.

ein

§. 170. ein grosses Bierglas voll Wasser gegos-
sen, und die Dampf-Kugel mit der Röh-
Handgrif. re hinein gesetzet. Unerachtet sie wegen ih-
rer Schwere nicht wohl darinnen wolte ste-
hen bleiben; so habe ich doch bald eine gros-
se Glocke darüber gedecket, daran sie anlie-
gen muste, und nicht fallen konnte. Nach-
dem habe ich die Luft ausgepumpet, bis ich
vermeinet, daß für das Wasser im Glase
Raum genung in der Kugel vorhanden
Behutsam- wäre. Jedoch weil die Kugel wider die
keit. Glocke schläget, wenn man die Luft aus-
pumpet; so habe ich mich in Acht genom-
men, daß der Stempel gemächlich, ohne ei-
nige Erschütterung heraus gewunden ward.
So bald nun Luft von aussen hinein gelassen
ward, zog sich das Wasser aus dem Gla-
Vortheile se in die Kugel auf einmal hinein. Man
der andern möchte zwar meinen, es gehe hiermit langsa-
Manier. mer zu als mit dem Kohlfeuer, welches man
ohne dem in diesem Versuche nöthig hat,
weil eine grosse Glocke dazu erfordert wird,
die sich langsam auspumpen lässet. Allein
da wir die Luft nicht reine auspumpen
dürfen, können wir wohl mit zwey, höch-
stens drey Zügen, und also viel geschwin-
der mit allem fertig werden, ehe wir durch
die Wärme nur die Luft aus der Kugel
getrieben.

Wie ein Wind §. 171. Wenn man die Dampf-Kugel
mit Wasser auf glüende Kohlen leget, und

eine

eine Weile liegen lässet; so fähret endlich ein Dampf mit Ungestüm heraus, der einem Winde gleichet. Es will aber nöthig seyn, daß ich diesen Dampf umständlicher beschreibe. Nahe an der Eröfnung der Röhre ist er sehr heiß, daß man ihn an dem Finger nicht leiden kan, wenn man ihn dahin hält. Es ist auch die Materie daselbst dicke bey einander. Nach diesem breitet sie sich immer weiter aus, und wird endlich gantz kalt, daß er einem wie eine kühle Luft entgegen gehet, wenn man die Hand, oder das Angesicht dahin hält. Weil man auch alsdenn keine Nässe fühlet; so lässet es nicht anders, als wenn der Wind bliese. Ich habe auch Federn, Papier und andere leichte Sachen an einem Faden aufgehangen, die von dem Dampfe nicht anders beweget worden, als wenn sie der Wind hin und her wehete. Wie dieses alles zugehet, lässet sich aus demjenigen, was in vorhergehenden Versuchen ausgemacht worden, erklären. Wenn das Wasser auf glüenden Kohlen lieget, wird es in einen Dampf aufgelöset. Man siehet es nicht allein in der täglichen Erfahrung, wenn das Wasser in einem Kessel über das Feuer gesetzet wird; sondern der gegenwärtige Versuch zeigt es selbst deutlich. Denn den Dampf siehet man mit Augen aus der Dampf-Kugel heraus fahren, und das Wasser hinge-

§. 157. durch die Dampf-Kugel erreget wird.

Beschaffenheit des Dampfes, der heraus fähret.

Worinnen er mit dem Winde überein kommet.

Ursache davon.

§. 171. gen nimmet darinnen ab. So bald kein Wasser mehr darinnen vorhanden; so bald höret auch der Dampf auf. Weil nun aber dieser Dampf nicht naß machet, wenn er sich ausgebreitet hat; so siehet man daraus, daß das Wasser sich in so subtile Dünste auflöset, die einzeln nicht mehr naß machen. Ich sage mit Fleiß: sie machen einzeln nicht naß. Denn ein mehrers zeiget nicht der Versuch. Wir wissen ferner und sehen es auch in gegenwärtigem Versuche, daß die Dünste aus dem Wasser in die Luft aufsteigen. Da nun ein Theil von der Dampf-Kugel mit Luft erfüllet ist; so steigen auch darinnen die Dünste in die Höhe, und demnach ist kein Zweifel, daß die gantze Luft innerhalb der Dampf-Kugel mit Dünsten erfüllet ist, nicht anders, als wenn sie gantz und gar ein Dampf wäre, indem die enge Eröfnung der Röhre den Ausgang hindert, und sich daher die Dünste innerhalb der Kugel sammlen müssen. Die Luft, die oben in der Kugel ist, bekommet eine Kraft sich weiter auszubreiten, je mehr sie erwärmet wird (§. 133.). Da nun solches durch die enge Eröfnung der Röhre nicht wohl geschehen kan; so dringet sie mit desto grösserer Geschwindigkeit heraus, je stärcker die Kraft ist sich auszubreiten, und je enger die Eröfnung, als wodurch in solchem Falle wenig auf einmal heraus kan. Dieses

Subtile Dünste machen einzeln nicht naß.

Woher die geschwinde Bewegung kommet.

ist

ist eine Eigenschaft, die allen flüßigen Cörpern zukommet: denn wenn viel Materie durch einen engen Raum getrieben wird, so beweget sie sich mit desto grösserer Geschwindigkeit: wie wir auch künftig bey den Sprützen es klärlich zeigen werden. Wir können es uns aber auch bey der Luft gar deutlich vorstellen. Wenn die Luft erwärmet wird, und nicht gleich Freyheit hat sich auszubreiten; so bekommet sie dadurch eine Kraft, die geschickt ist, eine andere Materie mit einer gewissen Geschwindigkeit zu bewegen, die ihr im Wege stehet (§. 137.). Derowegen da der in der Kugel erwärmeten Luft die mit Dünsten erfüllete in der Röhre wiederstehet; so kan sie auch dieselbe vermöge ihrer ausdehnenden Kraft mit einem ihrer Grösse gemässen Grade der Geschwindigkeit bewegen. Nun wissen wir, daß die Bewegung der Luft, wenn sie empfindlich ist, ein Wind genennet wird, und siehet man demnach die Ursache, warum hier aus der Kugel ein Wind bläset. Weil die Dünste ebenfalls zugleich mit der Luft schnelle heraus getrieben werden; so haben auch sie eine schnelle Bewegung, und, weil sie so subtil sind, daß sie sich in der Luft zertheilen können, und wie die Luft-Stäublein unsichtbahr werden, stellen sie gleichfals eine flüßige Materie vor, die der Luft sehr nahe kommet, und vermehren

§. 171.

Warum sich die Luft durch eine enge Erbfnung geschwinde beweget.

§. 171. daher den Wind, den die wenige Luft nicht unterhalten könnte, die nach und nach mit aus der Kugel fähret. Das Wasser, wenn es sich in einen Dampf auflösen soll, muß in vollem Sieden seyn. Ein Dampf aber, der aus siedendem Wasser aufsteiget, ist sehr heiß, wie man täglich erfahren kan, wenn man die Hand in den Dampf hält, der von siedendem Wasser aus einem Kessel aufsteiget. Da nun derselbe noch alle seine Wärme, oder vielmehr Hitze bey einander hat, indem er aus der Dampf-Kugel heraus fähret; so ist kein Wunder, wenn man ihn so heiß befindet, daß man ihn nicht an dem Finger leiden kan. Gleichwie aber die Luft bald ihre Wärme fahren lässet, wenn sie von kälterer berühret wird (§. 134.); so darf es uns auch nicht wundern, daß die subtilen Dünste, welche der Luft sehr nahe kommen, gleichfalls ihre Wärme bald fahren lassen, indem sie sich in der Luft, die viel kälter als sie ist, ausbreiten. Man darf sich aber keinesweges einbilden, als wenn diese Dünste kälter wären als die Luft, die an dem Orte anzutreffen, wo wir den Versuch anstellen, weil sie kühle befunden werden, indem sie wider das Gesichte stossen. Denn sie sind noch in schneller Bewegung, wenn wir aber auch Luft uns durch einen Fächer zuwehen, so empfinden wir gleichfalls, daß es kühle sey. Ob Luft, oder subtile Dünste, welche

Warum der Wind aus der Dampf-Kugel heiß heraus fähret.

Warum er bald kalt wird.

welche eine Materie ausmachen, die der Luft sehr nahe kommet, schnelle beweget werden, ist wohl einerley. Und daher ist es auch kein Wunder, daß, wenn leichte Sachen darein gehangen werden, sie eben als wie von einem Winde beweget werden. Vielleicht werden einige einen Beweiß verlangen, daß die Dünste, welche aus der Dampf-Kugel kommen, eine flüssige Materie machen, welche der Luft sehr nahe kommet. Alleine dieser Beweiß fället nicht schwer. Wir betrachten hier die flüssigen Materien nach der Art der Schwere, die sie haben. Weil nun die Dünste sich durch die Luft zertheilen, die aus der Dampf-Kugel kommen, und darinnen nicht herunter fallen; so müssen sie bey nahe einerley Art der Schwere mit ihr haben, und ihr also sehr nahe kommen.

§. 171.

Warum erleichte Sachen beweget.

Daß die Dünste der Luft sehr nahe kommen.

§. 172. Wenn man vor den Dampf, der aus der Dampf-Kugel heraus fähret, eine glüende Kohle hält; so höret man nicht allein, wie derselbe als ein Wind mit einigem Ungestüme darwider bläset, sondern man siehet auch, daß das Feuer immer stärcker angeblasen wird, und daß in dem Orte, wo der Dampf anschläget, die Kohle schnelle verzehret wird, so daß man daselbst eine runde Grube verspüret, auch die Funcken herum fliegen siehet. Derowegen wenn man an die Dampf-Kugel eine krumme Röhre A C D machet, deren Eröfnung D

Warum die Dampf-Kugeln das Feuer anblasen, und andere Würckungen des Windes haben.

Tab. XV. Fig. 88.

§. 166. unter sich gehet, und man sie dergestalt auf die Kohlen leget, daß die Eröfnung gegen sie gerichtet ist; so wird sie das Feuer, welches das Wasser in ihr in einen Dampf auflöset, selbst aufblasen. Ich habe schon vorhin erwiesen, daß der Dampf, welcher aus der Dampf-Kugel kommet, eine fliessende Materie ausmache, die der Luft sehr nahe kommet, auch nicht naß machet, und dabey schnelle beweget werde (§. 171.). Da nun die Luft, welche aus einem Blasebalge schnelle heraus getrieben wird, das Feuer anbläset, wie aus der täglichen Erfahrung bekannt ist; so muß auch dieser Dampf eben dergleichen thun können. In der Nähe sind die Dünste noch dichter bey einander. Und wir werden ins künftige (§. 85. I. II. Exper.) sehen, daß sie nichts als lauter kleine Bläselein sind, die eine subtile Luft aus einander treibet. Da nun auf der glüenden Kohle die eingeschlossene Luft noch mehr erhitzet wird, dehnet sie die Bläselein noch stärcker aus, daß sie zerspringen (§. 133.) Und davon entstehet die besondere Art des Schalles, welches man bey dem Anblasen vernimmet. Je weiter die Dünste aus einander fahren, je schwächer wird ihre Bewegung, indem sie durch den Widerstand der Luft beständig abnimmet. Derowegen wenn man eine Kohle etwas zu weit weg hält, so vermag auch der Dampf sie nicht mehr anzublasen. Man kan auch dar-

Woher das Geräusche im Aufblasen kommet.

Warum die Kohle nur in der Nähe angeblasen wird.

daraus sehen, daß die Bewegung der ausgebreiteten Dünste schwächer ist, weil die leichten Materien stärcker beweget werden, die man nahe bey der Dampf-Kugel, als weit davon hinein hänget. Es erhellet demnach, daß dieser Dampf fast einerley ist mit der Luft, die aus einem Blasebalge geblasen wird. Derowegen was man mit ihr ausrichtet, das muß man auch durch jenen zuwege bringen. Und daher wird es niemanden befremden, wenn er siehet, daß die Dampf-Kugel ein Licht ausbläset, wo der Dampf noch starck genung ist; hingegen in der Weite, wo er schwach wird, die Flamme nur hin und her beweget. §. 172.

§. 173. Luft, die schnelle beweget wird, machet einen Wind, denn der Wind ist nichts anders, als eine schnelle Bewegung der Luft. Da nun der Dampf, welcher aus der Dampf-Kugel geblasen wird, eine Materie ist, welche der Luft sehr nahe kommet, auch schnelle beweget wird (§. 171.); so ist er einem Winde gleich. Und daher haben schon die alten Naturkündiger vermeinet, man könne durch die Dampf-Kugeln den Ursprung der Winde erklären. Vitruvius meinet demnach, es entstünde der Wind, wenn die Hitze die Feuchtigkeit in Dampf auflösete, und ihn durch ihre Kraft ungestümlich triebe a). Carteſius suchet es noch

Ob man den Ursprung des Windes durch die Dampf-Kugel erklären kan.

Vitruvii Meinung.

Carteſii Erläuterung.

a) lib. 1. c. 6. conf. Rivium in Com. f. 86.

§. 173. derſelben.

es noch umſtändlicher zu erklären, wie die Dünſte, welche eine Kraft haben ſich durch einen gröſſern Raum auszubreiten, ſolches zu thun gehindert werden, entweder durch andere Dünſte, die in andern Orten neben ihnen in der Luft ſind, oder durch Wolcken, oder durch Berge, nach dieſem aber, wenn ſie Freyheit bekommen, ſich weiter ausbreiten, und dadurch einen Wind verurſachen b).

Worauf man bey Erklärung des Windes zu ſehen hat.

Allein wenn man durch die Dampf-Kugeln den Urſprung des Windes erklären will; ſo iſt nicht genung, daß dadurch ein Wind, oder vielmehr dem Winde ähnliche Bewegung entſtehet, ſondern man muß auch verſichert ſeyn, daß die Bewegung der Luft, darinnen der Wind beſtehet, eben auf die Art und Weiſe hervor gebracht wird, als wie die Bewegung der Dünſte aus den Dampf-Kugeln erfolget. Denn ſonſt verfahren wir nicht beſſer, als der gemeine Mann, nach deſſen Begriffe ſich die Mahler richten, welcher, indem er ſiehet, daß er durch Blaſen eine bey dem Winde ähnliche Bewegung hervor bringen kan, die Urſache des Windes ſich einbildet als einen Menſchen, oder ein dem Menſchen wenigſtens in etwas ähnliches Weſen, welches aus einem weit entlegenen Orte aus

b) Meteoror. c. 4. §. 3. p. m. 174. 175.

aus den Wolcken ſtarck heraus bläſet. Und gewiß kommet die durch das Blaſen des Mundes bewegte Luft mit dem Winde mehr überein, als die ſchnelle bewegten Dünſte, welche aus der Dampf-Kugel durch die Hitze der glüenden Kohlen getrieben werden. Man kan durch einen Blaſebalg einen Wind erregen: allein deswegen dienet der Blaſebalg nicht den Urſprung des Windes zu erklären, weil die Natur den Wind nicht auf eine ſolche Art hervor bringen kan. §. 173.

Unterſcheid des Windes aus der Dampf-Kugel und des natürlichen.

Wenn wir aber genau erwegen, wie durch die Dampf-Kugeln ein Wind hervor gebracht wird: ſo werden wir finden, daß dieſe Manier ſich ſo wenig für die Natur als der Blaſebalg ſchickt. Nemlich die Dünſte werden hier ſchnelle beweget, in der Natur aber die Luft ſelbſt nebſt denen Ausdünſtungen, die in ihr ſind, und iſt nicht allzeit nöthig, daß die Ausdünſtungen in einer groſſen Menge die Luft erfüllen, wenn ein Wind entſtehen ſoll. Die Dünſte erhalten ihre Bewegung durch die ausdehnende Kraft der Luft, weil ſie ihr nicht ſchnelle genung ausweichen können, indem ſie in der Röhre eingeſchloſſen ſind, und nur durch eine enge Eröfnung ihren Ausgang finden. Wo werden ſie aber in der Natur eingeſchloſſen, und wo finden ſie einen engen Ausgang? Was Carteſius annimmet, iſt weder erwieſen, noch hinlänglich. In der

§. 173. Dampf=Kugel treibet die Wärme die Dünſte, indem ſie die ausdehnende Kraft der Luft vermehret: was treibet ſie aber in der Natur? Carteſius nimmet an, daß ſie vor ſich eine Kraft haben ſich durch einen gröſſeren Raum auszubreiten: allein dieſes hat er nicht gewieſen, und wird es auch wohl niemand anders erweiſen. Wir finden alſo wenig Troſt in den Dampf=Kugeln, wenn wir den Urſprung der Winde gründlich erklären wollen.

Ob das Waſſer in den Dampf=Kugeln in Luft verwandelt werde.

§. 174. Weil die Dünſte, welche mit einem Ungeſtüme aus der Dampf=Kugel heraus fahren, einen Wind machen, der das Feuer anbläſet, da ſonſt das Waſſer das Feuer auslöſchet: ſo haben ſich einige eingebildet, als wenn das Waſſer ſich in Luft verwandeln lieſſe. Derowegen da man vor dieſem, ob zwar mit Ungrunde (§. 17.), Erde, Feuer, Waſſer und Luft für die vier Elemente gehalten, durch deren Vermiſchung alle Cörper in der Natur entſtünden; ſo hat man auch durch die Dampf=Kugeln zu behaupten vermeinet, daß ein Element ſich in ein anderes verwandeln lieſſe: welche Verwandelung eines Elementes in das andere man die Transelementation genennet. Damit ich nun aber zeigen möchte, daß keine Transelementation hier ſtatt fände, ſondern die Dünſte, welche

Verſuch, der das Gegentheil zeiget.

die

die Dampf-Kugel ausbläſet, keine Luft, ſondern noch Waſſer wären: ſo habe ich ein cylindriſches Gläſelein HI gegen die Eröfnung der Dampf-Kugel E gehalten, wo der Dampf noch dicke bey einander iſt, damit er in das Gläſelein HI zum Theil hinein gefahren, zum Theil aber daran zurücke geprallet. Alsdenn habe ich nicht allein wahr genommen, daß das Glas inwendig überall naß worden, als wie wenn der Schweiß an den Fenſtern zu zerflieſſen beginnet, ſondern auch endlich unten in I Waſſer zuſammen gelaufen, indem viele Dünſte in Tropfen zuſammen gefloſſen. Man darf nicht ſagen, daß die Kälte die Luft wieder in Waſſer verwandele, wie diejenigen haben wollen, welche die Transelementation behaupten. Denn das Gläſelein iſt ſo heiß, daß man es mit den bloſſen Fingern nicht halten kan: allein ich habe mit Fleiß ein kleines und enges genommen, damit man deſtoweniger der Ausflucht Raum geben darf, als wenn die Kälte die Luft wieder in Waſſer verwandelte, und der Dampf kein Waſſer wäre. Unterdeſſen iſt merckwürdig, daß, wenn man den Dampf in das Glas gerade hinein fahren läſſet, er an den Boden deſſelben anſtöſſet und wieder zurücke prallet, und zu der Eröfnung heraus fähret; welches noch bequemer geſchiehet, wenn man ihn nur an die Eröfnung des Glaſes ſchräge

§. 174. Tab XV. Fig. 87. 89.

Wind aus der Dampf-Kugel läſſet ſich reflectiren.

§. 174. schräge fallen lässet, damit der zurücke prallende den einfallenden in seiner Bewegung nicht hindert. Und in diesem Falle ist ein grosses Glas bequemer, als ein kleines Gläselein. Wenn der Dampf so schräge einfället, so machet er in Gläsern mit engen Eröfnungen und Hälsen ein erbärmliches Geheule, wie unterweilen der Wind verursachet, wenn er in enge Gegenden hinein bläset.

Feuriger Wind.

§. 175. Damit ich aber desto besser zeigen möchte, daß flüssige Materie in den Dampf=Kugeln nur in Dünste aufgelöset werde, keinesweges aber sich in Luft verkehre; so habe ich in Spiritu vini Kampfer aufgelöset und damit die Dampf=Kugel gefüllet (§. 170.). Als ich nun dieselbe, wie vorhin (§. 171.), auf glüende Kohlen geleget; hat der Wind viel geschwinder zu blasen angefangen, auch viel stärcker als vorhin, und der Dampf ist weniger zu sehen gewesen. Woraus erhellet, daß der Spiritus vini sich geschwinder in Dünste auflösen lasse, als das Wasser, auch in subtilere, und diese daher in einer grösseren Menge auf einmal ausdämpfen. Als ich das Gläselein HI gegen die Eröfnung der Röhre hielt, oder auch die Eröfnung der Röhre gar hinein steckte; prallete der Wind wieder zurücke, und der Spiritus sammlete sich darinnen, wie vorhin das Wasser (§. 174.). Er behielt

Spiritus vini giebt subtilere Dünste als das Wasser.

hielt auch seinen Kampfer-Geruch und Geschmack, ja an einigen Orten legte sich der Kampfer an. §. 175.

Ließ man diesen Dampf in dieses Gläselein, oder ein anderes Glas mit einer engen Eröfnung und einem engen Halse schräge hinein fahren; so verursachte er abermals ein erbärmliches Heulen. Was aber hier besonders war; so entzündete sich der Dampf, und sahe nicht anders aus, als wenn die Kugel beständig Feuer ausspeyete, wenn man ein brennendes Licht dergestalt unweit der Eröfnung hielt, daß der Dampf durch die Spitze der Flamme fuhr, aber nicht das Dacht erreichete, denn sonst löschte das Licht aus. Diese Flamme fuhr mit einem solchen Ungestüme fort, als etwan bey nächtlicher Weile das Geräusche ist, welches das Wasser über einem Wehre erreget. Diese Flamme zündete alles gleich an, was darein gehalten ward und verlöschte den Augenblick, wenn das Licht weggenommen ward; kam aber bald wieder, wenn man es von neuem hinstellete. Es ist bekannt, daß so wol der Kampfer, als der Spiritus vini verbrennliche Materien sind, die sich bald entzünden, und gantz und gar verbrennen, wenn sie eine Flamme berühret. Da nun der Dampf, welcher aus der Dampf-Kugel fähret, sich noch so entzündet, wie der Kampfer und Spiritus vini, unerachtet er so subtile ist, daß man ihn kaum

Diese Dünste lassen sich anzünden.

Bleibet Spiritus vini.

§. 175. kaum sehen kan: so erkennet man hieraus, daß die subtilen Dünste noch Spiritus vini sind, darinnen Kampfer aufgelöset worden, das ist, die hin und wieder in ihrer Höhle kleine subtile Kampfer-Theile in sich haben. Und demnach wird hierdurch nicht allein bestätiget, daß in den Dampf-Kugeln der Spiritus vini und andere flüßige Materien nicht in Luft verwandelt werden; sondern auch daß über die massen kleine Theile von dem spiritu vini und Kampfer, auch anderen flüßigen Materien, nichts als eben spirirus vini, Kampfer und andere dergleichen flüßige Materien sind. Wer es noch mit anderen flüßigen Materien versuchen will, der wird gleichfalls befinden, daß sie im Ausdampfen ihren Geruch behalten.

Kampfer wird darinnen subtil aufgelöset.

§. 176. Und hierdurch erhalten die Dampf-Kugeln einen besonderen Gebrauch, den auch Rivius b) angemercket. Nemlich wenn man sie mit wohlriechenden Wassern füllet, und dieses auf glüenden Kohlen ausdampfen lässet; so wird dadurch die Luft im Zimmer mit einem angenehmen Geruche erfüllet.

Besonderer Gebrauch der Dampf-Kugeln.

§. 177. Wenn man die Dampf-Kugel dergestalt leget, daß die Röhre AE niederwärts gebogen wird; so speyet sie Wasser aus, viel schneller als aus einer Sprütze fähret,

Tab. XV. Fig. 88. Wie die Dampf-Kugeln Wasser ausspeyen,

b) loc. cit.

fähret, und unterweilen sprüet es recht, das ist, das Wasser breitet sich aus, zertheilet sich in Tropfen, und diese werden mit einem Geräusche nach der Seite hin und her gesprützet. Nemlich in dem ersten Falle, da das Wasser heraus sprützet wie aus einer Sprütze, setzet sich dasselbe vor und in die Röhre Ueber dem Wasser ist die mit Dünsten erfüllete Luft, welche die Wärme ausbreiten will (§. 133.). Da ihr nun das Wasser widerstehet, stösset sie es durch die enge Röhre und insonderheit ihre enge Eröfnungen als wie durch eine Sprütze heraus. Denn es ist einerley, ob das Wasser durch den Stempel, oder durch die ausdehnende Kraft der Luft durch eine enge Eröfnung heraus getrieben wird. In dem andern Falle ist die Röhre nicht völlig mit dem Wasser versetzet, sondern die Dünste, so darauf drucken, stossen es unterweilen ein wenig weg, und fahren einige davon mit durch. Diese zertheilen das Wasser und breiten es aus, und davon kommet, es daß es in Tropfen zertheilet, und hin und wieder getrieben wird. Wenn man demnach eine Dampf-Kugel AB mit einer gekrümmeten Röhre BC hat, die man dergestalt legen kan, daß der Eingang in die Röhre B unten, die enge Eröfnung C beständig oben ist, so lieget auch das Wasser beständig vor dem Eingange der Röhre und wird durch die ausdehnende

§. 177. und Spring-Brunnen abgeben.

Tab. XV. Fig. 69.

§. 177. nende Kraft der über ihm mit Dünsten erfüllten, und sehr heiß gewordenen Luft durch die Eröfnung C in die Höhe getrieben, und also springet das Wasser daraus, als wie aus einem Springbrunnen. Auf solche Weise kan man auch die Dampf-Kugeln als Springbrunnen gebrauchen. Allein da wir an seinem Orte zeigen werden, wie wir durch die erwärmete Luft Springbrunnen machen können; so haben wir die Dampf-Kugeln dazu nicht nöthig. Unterdessen habe ich hier alles erklären müssen, was damit vorgehet, damit wir völlige Erkäntniß davon hätten. Wir sehen übrigens, daß man durch die Dampf-Kugeln insonderheit lernet, daß die Wärme flüßige Materien zwar in sehr kleine Theile auflöset, die doch aber eben von der Art sind, wie die Materie, welche aufgelöset wird.

Das 8. Capitel.

Von der Schwere der Cörper in flüssigen Materien.

§. 178.

Schwere Cörper wiegen weniger im Wasser als in der Luft.

Die Schwere der Cörper in flüßigen Materien zu untersuchen habe ich einen Würfel aus Alabaster machen lassen, der zwar 1 Zoll lang, breit und dicke seyn sollte, aber von dem Künstler nicht völlig diese Grösse bekommen hatte, son-

sondern 1 Zoll und 8 Scrupel, ja in einer Seite 1 Zoll und 1 Linie breit war, und demnach etwas mehr als ein Cubic-Zoll ausmachte. §. 178.

Damit ich diesen Würfel bequem an eine Wage hängen könnte; so habe in ein Pferde-Haar eine Schlinge geknüpft und das andere Ende des Haares durchgesteckt, damit ich den Würfel Creutzweise umschlingen konnte. Man nimmet deswegen Pferde-Haar, weil dasselbe fast einerley Schwere mit dem Wasser hat und daher kein Irrthum in die Versuche einschleichen kan, wo man alles genau zu bestimmen vonnöthen hat: welches in gegenwärtigem Falle nach der Absicht, die wir dabey haben, eben nicht nöthig ist. Daher kan man in diesen Versuchen auch wohl nur einen Zwirns-Faden brauchen, wenn man nemlich weiter nichts suchet als diejenigen Lehr-Sätze durch die Erfahrung zu bestätigen, welche in der Hydrostatick von der Schwere der festen Cörper in flüßigen Materien erwiesen worden. An das andere Ende des Pferde-Haares habe ich gleichfalls eine Schlinge gemacht und damit an die Wage neben die Wage-Schaale dergestalt angehangen, daß er ein gutes Theil bis unter die Wage-Schaale reichte. Will man auch die Wage-Schaale gar wegnehmen, so stehet es einem frey und ist viel bequemer: nur muß man alsdenn die Schwere der Wage Schaale, mit

Warum man die Cörper an Pferde-Haare ins Wasser hänget.

§. 178. ihren Schnüren und dem Hacken von der anderen Seite mit zu der Schwere des Gewichtes rechnen. So bald der Würfel an der Wage feste hieng, habe ich durch Gewichte, die ich auf die Wage-Schaale von der andern Seite geleget, die Wage in wagerechten Stand gesetzet und gefunden, daß der Würfel 3 Untzen und 32 Gran wog. Ich goß hierauf Wasser in ein weites Bier-Glas AB und hängete den Würfel CD hinein. Solte er nun im Wasser bleiben und die Wage inne stehen, so muste ich von dem Gewichte 1 Untze 2 Dr. 40 Gran wegnehmen, und demnach wog er im Wasser um so viel weniger als in der Luft. Nun ist klar, daß der Würfel im Abwiegen nicht anders anzusehen ist, als ein schwerer Cörper und zwar, weil er im Wasser untersincket, als ein Cörper, der schwerer ist als das Wasser: und demnach zeiget gegenwärtiger Versuch überhaupt, daß ein Cörper, der schwerer ist als das Wasser, im Wasser weniger wieget als in der Luft.

Tab. XV. Fig. 91.

Wie viel ein Cörper von seiner Schwere im Wasser verlieret.

§. 179. Ein Cubic-Zoll Wasser wieget 1 Untze und 15 Gran (§. 7). Derowegen verlieret unser Würfel mehr von seiner Schwere im Wasser, als ein Cubic-Zoll Wasser wieget, 2 Dr. 25 Gr. Wenn der Würfel über 1 Zoll 8 Scrupel breit wäre, so hielte er über einen Cubic-Zoll bey nahe

he 260 Cubic-Linien: allein in gegenwärtigem Falle hält er etwas mehr (§. 178.). Nun wiegen 260 Cubic-Linien bey nahe 129 Gr. oder 2 Dr. 9 Gr. (§. 7.) und demnach verliehret der Würfel etwas mehr von seiner Schwere im Wasser als ein Würfel Wasser wieget, dessen Seite 1 Zoll 8 Scrupel hält. Derowegen da der Würfel, welcher im Wasser hänget, etwas gröſſer ist (§. 178.); so kommet es mit demjenigen, was in der Hydrostatick erwiesen wird, gar wohl überein, daß er nemlich so viel von seiner Schwere verlieret als das Wasser wieget, was mit ihm einerley Raum einnimmet. Ob nun zwar dieses aus dem vorhergehenden Versuche zur Gnüge erhellet; so habe ich es doch für rathsamer gehalten solches noch durch einen besonderen Versuch zu zeigen. Ich habe zu dem Ende ein kleines Gefäßlein von Bleche ABCDGEF verfertigen lassen, darein sich der Würfel gantz genau schicket, welches demnach bey nahe eben die Gröſſe hat, die der Würfel hat. Diesen Würfel habe ich auf einer Wage mit einem Gewichte in wagerechten Stand gesetzet und nach diesem voll Wasser gegossen, daß die Wage von der Seite, wo das mit Wasser erfüllete Gefäßlein stund, einen Ausschlag gab. Als ich nun das Gewichte, welches der Würfel im Wasser weniger wog als in der Luft auf die ande-

§. 179. Wird 1. erwiesen.

2. Durch einen Versuch bestätiget.

Tab. I. Fig. 1.

§. 179. re Wage-Schaale gegen über legete; so kam die Wage bey nahe wieder in vorigen wagerechten Stand. Daß etwas weniges fehlete, war nicht zu verwundern Es muste das Wasser allerdings einige Gran mehr wiegen, nicht allein weil der innere Raum des Gefässes ein wenig gröſſer war als der Würfel, indem er nicht überall gantz genau daran passete; sondern auch das Wasser eine etwas erhabene Fläche bekommet, daß es in der That ein wenig mehr Raum einnimmet als der Würfel. Man siehet demnach hieraus zur Gnüge, daß der Würfel von Alabaster so viel von seiner Schwere verlohren, als das Wasser wieget, welches mit ihm einerley Raum einnimmet. Wäre der Würfel gantz genau ein Cubic-Zoll gewesen, so würde er auch so viel von seiner Schwere verlohren haben als ein Cubic-Zoll Wasser wieget. Man siehet hieraus ferner, daß der Abgang des Gewichtes sich nach der Gröſſe und nicht nach der Schwere des Cörpers richtet. Damit aber dieses deste mehr erhellen möchte, habe ich noch einen Würfel von eben der Gröſse von Zinn machen lassen und gefunden, daß er nicht mehr als der vorige von seiner Schwere verlohren, unerachtet er gar viel mehr wog als der von Alabaster, nemlich er war 11 Untzen 1 Dr 4 Gr schwer. Weil nun Cörper von gleicher Gröſse gleichviel

Abgang des Gewichtes im Wasser richtet sich nach der Gröſse des Cörpers, nicht nach der Schwere.

von

von ihrer Schwere verliehren; so muß freylich der von leichterer Art einen gröſſeren Theil von ſeiner Schwere verlieren, als der von einer ſchwererern Art. In unſeren Verſuchen verlohr ſowohl der Würfel von Alabaſter, als der von Zinn 1 Untze 2 Dr. 40 Gr. (§. 178.), oder 640 Gr. Nun wieget der von Alabaſter 3 Untzen 32 Gran, oder 1472 Gr der von Zinn 11 Untzen 1 Dr. 48 Gr. oder 5388 Gr. Und demnach verlieret der von Alabaſter etwas über $\frac{43}{100}$, der von Zinn über $\frac{11}{100}$ von ſeiner Schwere (§. 118 Arithm.), das iſt, jener bey nahe die Helfte, dieſer etwas mehr als den zehenten Theil (§. 78. Arithm.).

§. 175. Cörper von leichterer Art verlieren mehr von ihrer Schwere als die von ſchwererer.

§. 180. Es kommet den meiſten anfangs fremde vor, wie es möglich iſt, daß ein Theil der Schwere kan verlohren gehen, da von der Materie des Cörpers nichts abgehet und gleichwohl die Schwere durch die Materie gleich vertheilet iſt. Als z. E. in unſerem Falle wiegen gleich groſſe Stücke von Alabaſter und Zinn gleich ſchwer. Beyde Würfel wiegen im Waſſer weniger und dennoch gehet keinem von beyden etwas an ſeiner Materie ab. Damit ich nun zeigen möchte, wo dieſe Schwere hinkäme; habe ich das Glaß mit Waſſer, darein ich die Würfel gehangen hatte, auf eine Wage-Schaale geſetzet und durch ein Gewichte auf der andern Wage-Schaale an einer Wa-

Wo die Schwere hinkommet welche der Cörper im Waſſer verlieret.

§. 180. ge in wagerechten Stand auf das genaueste gesetzet. So bald als ich den Würfel in das Wasser hieng, gab auch die Wage von der Seite, wo das Glaß mit Wasser stund, einen Ausschlag, und sie kam nicht wieder in ihren wagerechten Stand, als bis ich auf die andere Wage-Schaale 1 Untze 2 Dr. 40 Gran legete, so viel nemlich als der Würfel im Wasser von seiner Schwere verlohren hatte. Und hieraus war klar, daß die Schwere, welche dem Cörper im Wasser abzugehen scheinet, in der That nicht verlohren gehet, sondern vielmehr dem Wasser zuwächset und seine Schwere vermehret. Weil nun derjenige Theil der Schwere, welchen der Cörper im Wasser zu verlieren scheinet, zugleich mit dem Wasser drucket; so muß der Cörper so viel auf das Wasser drucken. Und demnach erhellet, daß ein Cörper, er mag so schwer seyn als er immer will, doch nicht auf das Wasser mehr drucken kan, als so viel Wasser drucket, was mit ihm einerley Raum einnimmet. Man verspüret diesen Zuwachs in der Schwere des Wassers, auch wenn man den Faden, daran der Würfel hänget, mit der Hand hält. Und also können wir in dem Wasser nicht verhüten, daß der Würfel nicht einmal wie das andere darauf druckete, wenn wir ihn gleich halten. Wir können nemlich niemals mehr halten, als

Schwere die dem Cörper im Wasser abgehet, wächset diesem zu.

Wie viel ein Cörper auf das Wasser drucket.

als ihm das Waſſer durch ſeinen Widerſtand übrig läſſet. §. 181.

§. 181. In denen bisherigen Verſuchen wird das Waſſer nur angeſehen als eine Materie, die ſchwer iſt. Und demnach begreifet ein jeder, daß alles dieſes auch in anderen flüſſigen Materien erfolgen muß, was in dem Waſſer geſchiehet. Nemlich auch in anderen flüßigen Materien muß ein Cörper leichter wiegen, als in der Luft, und da auch die Luft ſchwerer iſt (§. 86.), in der Luft weniger als in einem von Luft leerem Raume. In einer jeden flüßigen Materie muß ein Cörper ſo viel von ſeiner Schwere verlieren, als von ihr mit ihm einerley Raum einnimmet, z. E. ein Cubic-Zoll von Alabaſter oder Zinn muß ſo viel von ſeiner Schwere im ſpiritu vini verlieren, als ein Cubic-Zoll ſpiritus vini wieget und ſo viel von ſeiner Schwere in der Luft als ein Cubic-Zoll Luft wieget. Es iſt ferner klar, daß in einem jeden flüßigen Cörper die Schwere, welche ein anderer in ihm verlieret, ſeiner Schwere zuwächſet. Unterdeſſen damit man auch alle dieſe Wahrheiten durch die Erfahrung beſtätiget ſehen möchte; ſo habe nachfolgende Verſuche angeſtellet. Ich habe anfangs den Würfel von Alabaſter in ſpiritu vini abgewogen, welcher noch viel wäſſeriges bey ſich hatte, und befunden, daß er 1 Untze 1 Dr. 4 Gr. weniger als in der

Beſchaffenheit der Schwere der Cörper in allen flüßigen Materien.

Verſuche die zum Ueberfluſſe angeſtellet worden.

§. 181. Luft gewogen. Nach diesem habe ich spiritum vini in das Gefäßlein gegossen, darein der Würfel genau passet, und gefunden, daß er 1 Untze 1 Dr. 4 Gr wieget und also eben so viel, als der Würfel von seiner Schwere verlohren. Ich habe auch den zinnernen Würfel im spiritu vini abgewogen und erfahren, daß er darinnen eben so viel als der von Alabaster von seiner Schwere verlohren, und es demnach hier nicht auf die Schwere, sondern bloß auf die Grösse des Cörpers ankommet. Endlich habe ich auch das Glaß mit spiritu vini auf die Wage gesetzet und nach diesem den Würfel von Alabaster hinein gehangen, da ich abermahl gefunden, daß der spiritus vini 1 Untze 1 Dr. 4 Gr. mehr als vorhin gewogen, ehe der Würfel hinein gehangen ward. An statt des spiritus vini habe ich es auch im Weine und der Milch versuchet, mit eben diesem Fortgange, wie man es leicht erachten kan. Und demnach erhellet auch aus der Erfahrung, daß alles dasjenige, was erst jetzt aus den Versuchen von dem Wasser zusammen gezogen worden, bey einer jeden fliessenden Materie statt finde. In der Luft kan es sehr wenig betragen. Denn ein Cubic-Zoll Luft wieget nicht viel über einen halben Gran (§. 86), und demnach verlieret unser Würfel nicht viel über einen halben Gran darinnen von seiner Schwere. Derowe-

Cörper verlieren wenig Schwere in der Luft.

rowegen wenn die Luft ausgepumpet wird, in welcher er hänget, muß er in dem leeren Raume einen halben Gran mehr wiegen als vorhin: welches aber so was weniges ist, daß man nicht darauf zu sehen hat. Und daher pfleget es auch zu geschehen, daß man die Gewichte der Cörper in der Luft für ihre wahre Gewichte annimmet, ob sie gleich in der That etwas zu kleine sind. Unterdessen, wenn etwas daran gelegen wäre, daß man das Gewichte eines Cörpers gantz genau wissen wolte, wie es nemlich in einem von Luft leeren Raume befunden wird; so ist solches nicht schwer zu finden, wenn man nur die Grösse des Cörpers weiß. Denn da ein Cubic-Schuh 585. Gr. oder bey nahe 2 Loth und 2 Quintlein wieget (§. 86.); so darf man nur auf jeden Cubic-Schuh so viel abziehen. Gemeiniglich aber ist nichts daran gelegen zu wissen, was die Cörper in einem leeren Raume wiegen, indem wir mit ihnen nur in der Luft zu thun haben. §. 181.

§. 182. Unterdessen weil gleichwohl dieses eine Wahrheit ist, daran man insgemein nicht zu gedencken pfleget, und daher einem fast unglaublich vorkommet, der sie das erste mal höret, zumahl wenn er in den Hydrostatischen Wahrheiten noch nicht genung geübet ist, so habe ich mich solches durch einen Versuch zu zeigen bemühet. Schwere Cörper wiegen weniger in der Luft als in einem leeren Raume.

§. 182. Weil der Abgang des Gewichtes klein ist, nemlich in einem Cörper von ein paar Cubic-Zollen nur etwan ein Gran (§. 86.), hingegen die Schnell-Wage ein kleines Gewichte empfindlich machet (§. 117.); so habe ich leicht gesehen, daß sich hierzu eine Schnell-Wage am besten schicket. Und demnach habe ich gefunden, daß dieser Versuch einerley sey mit demjenigen, den Boyle a) angestellet, wenn er die Luft in einem von Luft leerem Raume abwiegen wollen. Ich habe demnach eine Schnell-Wage verfertigen lassen, daran die Waare, welche abgewogen wird, von dem Ruhe-Puncte höchstens sieben, wenigstens dreymal so weit entfernet seyn kan als das Gewichte. Wenn nun ein Cörper im leeren Raume damit gewogen wird, der zwey Cubic-Zoll groß ist und daher einen Gran schwerer wird; so wieget er an der Schnell-Wage wenigstens 3, höchstens 7 Gran mehr als in der Luft und kan daher einen Ausschlag verursachen, der mercklich ist, sonderlich im letzten Falle. Der Balcken AB bestehet aus Meßing, die Axe in C aber, daran der Balcken aufliegt, aus Stahl, und ist, damit die Wage schnelle ziehen kan, eben so zubereitet, wie in der grossen Schnell-Wage. Weil man hier nur fraget, ob der Cörper in einem leeren Raume weniger wieget, als in

Warum eine Schnell-Wage zum Versuche dienlich.

Tab. XVI. Fig. 92. Beschreibung derselben.

a) de vi aëris in elastica.

in der Luft, nicht aber eben wie viel er weniger wieget, indem man in einen leeren Raum nicht hinein kommen und auf Wage-Schaalen Gewichte legen und hinwegnehmen kan, und demnach bloß wahrnehmen darf, ob die Wage einen Ausschlag giebet, nicht aber zu wissen nöthig hat, wie viel ihr Ausschlag beträget: so ist eben nicht nöthig, daß man erst ein Zünglein und ein Behältniß davor an die Wage machet, um zu sehen, ob die Wage genau inne stehet. Will man aber gleichwohl doch besser auch einen geringen Ausschlag mercken, so kan man ein Zünglein daran machen und oben an dem Gestelle, wo die Axe auf lieget, ein Zeichen, dabey man mercken kan, ob die Wage genau inne stehet, oder nicht. Der kurtze Arm AC ist wie eine Säge oben eingeschnitten, damit man das Gewichte an dem Orte feste anhängen kan, wo es mit dem Cörper genau in wagerechtem Stande stehet. Das Gestelle hat einen Circulrunden Fuß SF, daran eine Schraube H gelöthet ist, damit man es auf den Teller der Luft-Pumpe anschrauben kan. In G ist ein Loch, welches bis durch die gantze Schraube gehet, damit dadurch die Luft aus der Glocke, welche darüber gedecket wird, in die Luft-Pumpe fahren kan und man auch wiederum Luft nach Gefallen unter die Glocke lassen mag. An diesen Fuß §. 182.

ist

§. 182. ist eine Säule DE gelöthet, die oben eine doppelte Gabel DI hat, darauf die Axe der Wage aufliget. In B wird eine starcke aufgeblasene Lamms-Blase gebunden und mit dem Gewichte K in wagerechten Stand gesetzet. Wenn nun eine breite Glocke, damit die Wage nirgends anstösset, darüber gesetzet und die Luft ausgepumpet wird; so mercket man augenscheinlich, daß sich die Blase nieder giebet und einen Ausschlag verursachet. Demnach ist klar, daß die Luft, in dem leeren Raume mehr wieget, als in der Luft. Es ist wohl nicht zu leugnen, daß es eigentlich die Luft ist, welche die Blase erfüllet, dadurch der Ausschlag verursachet wird. Denn weil eine aufgebundene Blase in der Luft so viel von ihrer Schwere verlieret als die Blase wieget, welche eben so viel Raum einnimmet wie die Blase (§. 181.), die Blase aber an sich sehr wenig Raum einnimmet in Ansehung der Luft, die sie ausdehnet; so verlieret sie von ihrer Schwere so viel als die Luft wieget, die in ihr ist. Es ist zwar die Luft in der Blase etwas mehr zusammen gedruckt, als die äussere, und vermehret daher die Schwere der Blase auch in der Luft: allein dieses träget in so einer kleinen Blase gantz was weniges aus (§. 86) und haben wir nicht nöthig hier darauf zu sehen. Demnach wieget die Blase in der Luft um so viel we-

Beschreibung des Versuches.

weniger als in einem leeren Raume, wie viel die Luft in ihr wieget. Allein dieſes ſchadet unſerm gegenwärtigen Vorhaben nicht im geringſten. Denn ſo lange die Luft in der Blaſe eingeſchloſſen iſt, macht ſie mit ihr einen ſchweren Cörper aus, und gilt gleich viel, ob die Schwere von ihr oder einer andern Materie kommet. Wenn es möglich wäre auch eine andere Materie von gleicher Schwere, wie die mit Luft erfüllete Blaſe durch einen ſolchen Raum auszubreiten, wie ſie einnimmet; ſo würde ſie mit ihr ſowol in der Luft als im leeren Raume einerley Gewichte haben. Und zeiget demnach gegenwärtiger Verſuch zur Gnüge, daß ein ſchwerer Cörper in der Luft weniger wieget als in einem leeren Raume. Hierzu laſſe ich den gegenwärtigen Verſuch gelten: wenn man aber dadurch zeigen will, daß die Luft ſchwer ſey, ſo iſt es überflüſſig, indem man es viel beſſer auf andere Art erweiſen kan (§ 86). Man nimmet eine Blaſe dazu, weil ſie in einem kleinen Raume viel von ihrer Schwere verlieret: wodurch der Unterſcheid des Gewichtes in der Luft und im leeren Raume deſto merklicher wird. Die Luft muß bey eröfnetem Hahne ausgepumpet und der Stempel gemächlich heraus gewunden werden, damit die Wage nicht erſchüttert wird und ſich verrücket, als wodurch der gantze Verſuch

§. 182. Wie viel eine aufgeblaſene Blaſe im Luft-leerem Raume mehr wieget.

Wie dieſer Verſuch unrecht angebracht wird.

Warum man eine Blaſe dazu braucht.

Handgrif.

zu

§. 183. zu schanden gehet. Man muß auch zu dem Ende sowohl die Blase, als das Gewichte in seiner Stelle feste machen, daß es sich nicht verrücken kan, wenn es im Auspumpen erschüttert wird.

Wie die Schwere der flüßigen Materien zu finden.

§. 183. Der Würfel von Alabaster verlieret so viel von seiner Schwere im Wasser als 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Wasser wiegen (§. 179.), und eben dieser Würfel verlieret so viel von seiner Schwere im spiritu vini als 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien spiritus vini wiegen (§. 181.). Nun verlieret der Würfel im Wasser 1 Unze 2 Dr. 40 Gr. und im spiritu vini 1 Unze 1 Dr. 4 Gr. (§. §. cit.). Derowegen müssen 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Wasser 1 Unze 2 Dr. 40 Gr. und eben so viel spiritus vini 1 Unze 1 Dr 4 Gr. wiegen. Wenn man demnach die Grösse eines Cörpers genau ausgerechnet hat; so kan man durch seine Abwägung in einer flüßigen Materie die Schwere derselben noch auf eine andere Art finden, als oben (§. 6.) geschehen. Vielleicht werden sich einige einbilden, als wenn man nicht nöthig hätte, die Schwere der flüßigen Materien auf eine solche Weise zu suchen, indem es viel bequemer durch die oben beschriebene Art und Weise geschehen könne (§. cit.). Allein wer es auf beyde Arten versuchet, der

Es wird einem Zweifel begegnet.

wird

wird noch gar sehr im Zweifel stehen, welche von beyden Manieren der andern vorzuziehen sey. Es ist wahr, daß der Grund von der ersten Manier leichte und offenbar, von der anderen hingegen schwerer und mehr verborgen ist. Allein man lernet eben hieraus (wovon auch noch viele andere Exempel vorkommen) daß öfters der Grund einer Sache schwerer zu begreiffen ist, obgleich dieselbe leicht zu bewerckstelligen, und das in der Ausübung nicht allezeit das beste ist, was am leichtesten ausgefunden wird. Denn in der That findet sich hier dieses alles so und nicht anders. Es wird wohl niemand leugnen, daß es noch leichter ist einen Würfel von Alabaster oder Metall genau zu verfertigen, der einen Zoll groß ist, als einen von Bleche, dessen Höhle gantz genau einen Cubic-Zoll machet. Ja da auch nichts daran gelegen ist, ob ich einen Würfel, oder ein Parallelepipedum habe: so wird man noch leichter einräumen, daß man es im ersten Falle genauer verfertigen und seine Grösse ausrechnen kan. In ein Gefäßlein lässet sich das Wasser nicht so genau eingiessen, daß nicht etwan an einem Orte etwas darüber stehet, und man also Wasser von einer gewissen Grösse bekommet: welches aber bey dem Cörper, den man ins Wasser hänget, nicht zu besorgen. Anderen Unterscheid will ich nicht bemercken. §. 183.

§. 184.

§. 184. Wie die Verhältniß ihrer Schwere auszumachen.

§. 184. Es wiegen 1 Cubic-Zoll und 260 Cubic-Linien Waſſer 1 Untze 2 Dr. 40 Gr. (§. 179.) oder 640 Gr. (§. 2.) und eben ſo viel ſpiritus vini, als ich in meinem Verſuche gebrauchet, 1 Untze 1 Dr. 4 Gr. (§. 181.) oder 544 Gr. Weil demnach das Waſſer und der ſpiritus vini einerley Gröſſe haben, das iſt, von einem ſo viel iſt als von dem andern: ſo iſt uns das Gewichte von gleich vielem Waſſer und ſpiritu vini bekannt, und demnach wiſſen wir die Verhältniß der Schwere des Waſſers zu der Schwere des ſpiritus vini, nemlich in unſerem Falle wie 640 zu 544, das iſt (wenn man beyderſeits mit 32 dividiret) wie 20 zu 17. Man ſiehet hieraus, wie man die Verhältniß der Schwere in verſchiedenen flüßigen Materien gegen einander noch auf eine andere Art finden kan, als gleich anfangs (§. 9.) angewieſen worden. Und zwar brauchet es hier nicht ſo viel Mühe als wenn man die Schwere einer flüßigen Materie vor ſich wiſſen will (§. 183.): denn hier haben wir nicht nöthig die Gröſſe des Cörpers zu wiſſen, den wir in ihr abwägen; ſondern es iſt genung, wenn wir nur immer einen Cörper behalten, er mag ſo groß ſeyn als er will. Man kan demnach auch eine Kugel, von hartem Marmel nehmen und ſie in flüßigen Materien abwägen, wenn man die Verhältniß ihrer Schwere wiſſen will.

Beſonderer Verſuch dazu.

Da-

§. 184.

Damit man nun dergleichen Versuche bequem anstellen kan; so lasse man eine Wage AB verfertigen, die einen sehr schnellen Ausschlag giebet, dergleichen ich mich in meinen Versuchen bediene (§. 1.). An das eine Ende der Wage hänge man die Kugel von Alabaster oder Marmel C mit Pferde-Haar umbunden, oder auch, da hier nichts daran gelegen ist, auf eine andere beliebige Weise an den Faden DA befestiget. An das andere Ende der Wage wird eine Wage-Schaale E gehangen, und ein Gewichte von Bley oder einer anderen Materie darauf geleget, bis die Wage gantz genau inne stehet: in welchem Falle die Wage-Schaale mit ihrem Zugehöre und dem Gewichte zusammen so viel wäget, als die Kugel mit ihrem Faden oder Drathe: denn es ist uns nichts daran gelegen, ob man die wahre Schwere der Kugel weiß oder nicht. Es ist aber nöthig, daß das Gewichte, damit die Kugel in wagerechten Stand gesetzet wird, nicht aus einem Stücke, sondern vielmehr aus vielen und zum Theil sehr kleinen Stücken bestehe, damit, wenn sie in der flüßigen Materie leichter wird, man so viel wegnehmen kan, als sie leichter worden. Unterdessen könnte man, wie bey den Einsetze-Gewichten, das gröste hohl machen, damit man die kleinen hinein legen und mit einander verwahren könnte. Es ist allzeit besser,

Tab. XVI. Fig. 93.

Erinnerung.

Allgemeine Erinnerung.

§. 184. wenn alles, was in einem Instrumente zusammen gehöret, bey einander bleiben kan, indem sich sonst leichte etwas verlieret, oder wenigstens verleget wird, daß man es mit Zeit-Verlust, auch öfters nicht ohne Verdruß wieder suchen muß, wenn man es nöthig hat. Damit man nicht zu viel von der flüßigen Materie brauchet, so lasse man ein Cylindrisches Glas DI dazu verfertigen, welches nicht viel weiter und etwas höher ist als die Kugel, damit es zwar den grösten Theil des Glases erfüllet, aber nicht irgendswo anstösset. Die Wage wird an das Gestelle GF gehangen, damit sie durch das Zittern der Hand nicht beweget wird, indem sie schnelle ziehet, und wenn sie einmal in Bewegung ist, nicht bald wieder zur Ruhe kommen kan. So bald nun die Kugel in die flüßige Materie, welche in dem Glase ist, gehänget wird; muß von dem Gewichte so viel zurücke genommen werden, bis die Wage inne stehet, und die Kugel gantz unter dem Wasser ist. Aus diesen weggenommenen Gewichten kan man wie vorhin die Verhältniß verschiedener flüßigen Materien gegen einander finden. Weil das Wasser die gemeineste unter den flüßigen Materien ist; so kan man ihre Schwere tausend annehmen, und nach diesem die Schwere der übrigen Materien gleichfalls durch ihre Theile ausdrucken. Nemlich

wenn

wenn man die Schwere des Waſſers in Granen hat, und einer anderen flüßigen Materie gleichfalls in dieſem Gewichte; ſo läſſet ſich daraus die Schwere der anderen flüßigen Materie in tauſend Theilen finden durch Hülfe der Regel detri (§. 112. Arithm.). §. 184.

Als in unſerem Exempel war die Schwere des Waſſers 640, die Schwere des ſpiritus vini 544 Gran. Wenn man demnach zu 640, 544 und 1000, oder, welches (§. 124. Arithm.) gleich viel iſt, zu 20, 17 und 1000 die vierte Proportional-Zahl ſuchet; ſo findet man für die Schwere des ſpiritus vini 850. Exempel.

Es möchte vielleicht einige wundern, warum ich die Verhältniß eben in tauſend Theilen der Schwere des Waſſers verlange, indem ja auf ſolche Weiſe nicht allezeit die Verhältniſſe in den kleineſten Zahlen heraus kommen. Denn ſelbſt in dem gegenwärtigen Exempel iſt die Verhältniß der Schwere des Waſſers zu der Schwere des ſpiritus vini, die wir zuerſt gefunden, wie 20 zu 17 bequemer als die wie 1000 zu 850, oder auch, wenn man die eine Nulle beyderſeits weglaſſet (§. Arithm.), welches gleichviel iſt, als wenn man mit 10 dividiret, wie 100 zu 85. Allein es iſt zu mercken, daß man deswegen die Schwere des Waſſers in tauſend Theile eintheilet, damit man Zahlen bekommet, daraus die Verhältniß aller flüßigen Materien gegen Ein Zweifel wird gehoben.

§. 184. einander gleich haben kan. Gehet es nach diesem an, daß zwey Zahlen sich beyde durch eine dritte dividiren lassen; so kan man allezeit ihre Verhältniß unter einander durch kleinere Zahlen ausdrucken. Man könnte noch besser zu rechte kommen, wenn man selbst besonderes Gewichte zu dergleichen Versuchen massen liesse. Denn wenn man einmahl mit der Kugel den Versuch im Wasser angestellet hätte, und nun wüste, wie viel sie von ihrer Schwere im Wasser verlieret; so könnte man Gewichte verfertigen lassen, davon das kleineste der tausende Theil von der gantzen verlohrenen Schwere im Wasser wäre, und es von einem an in doppelter Proportion nach der Geometrischen Progreßion 1. 2. 4. 8. ꝛc. steigen lassen, bis man von 1 bis 1000 alle Theile geben könnte. Auf solche Weise wäre man auf einmal aller Rechnung überhoben. Und diese Art die Schwere der flüßigen Materien und die Verhältniß derselben in verschiedenen flüßigen Materien gegen einander zu finden ist absonderlich dienlich, wenn dieselben warm sind. Denn sie mögen so heiß werden, wie sie wollen, ja auch im vollen Sieden seyn; so kan man die Kugel bequem hinein hängen. Da nun aber mit der Schwere auch die Dichtigkeit der flüßigen Materien abnimmet, so läßet sich dieselbe zugleich determiniren; nemlich die

Besonderes Gewichte für diese Versuche.

Wo diese Versuche am bequemsten

Dich-

Dichtigkeit nimmet in eben der Proportion ab, in welcher die Schwere abnimmet. §. 184.

§. 185. Ich habe nach dieſem den Würfel von Alabaſter, welcher 5 Untzen 32 Gran wog, an das eine Ende der Wage und von der anderen Seite eine Kugel von Zinn gehangen, die eben ſo ſchwer wie er war, damit die Wage gantz genau inne ſtund. Als ich zu beyden Seiten ein Glas mit Waſſer hinſetzte, und in das eine den Würfel, in das andere die Kugel hieng; ſo gab die Kugel, die viel kleiner war als der Würfel, einen gar mercklichen Ausſchlag. Da nun der Würfel und die Kugel hier nicht anders anzuſehen ſind als zwey Cörper, die gleichviel wägen, aber verſchiedene Art der Schwere haben; ſo erſiehet man hieraus, daß Cörper von verſchiedener Art der Schwere, die in der Luft einander die Wage halten, im Waſſer nicht gleich wichtig verbleiben. Weil man nun für das Waſſer auch eine jede andere flüßige Materie ſetzen kan, und für die Luft abermals eine andere; ſo können auch ſchwere Cörper, die in einer flüßigen Materie, als z. E. im Waſſer einander die Wage halten, nicht mehr in einer andern, als z. E. in ſpiritu vini, einander die Wage halten. Zu dem Ende habe ich mir noch eine andere bleyerne Kugel machen laſſen und ſo lange etwas davon abgefeilet, bis ſie mit dem Würfel von Alabaſter im Waſſer die Wage hielt.

Cörper von verſchiedener Art der Schwere halten nicht in allen flüßigen Materien einander die Wage.

Anderer Verſuch.

§. 185. Als ich den Würfel und die Kugel in spiritum vini brachte, stund die Wage nicht mehr wie vorhin inne, sondern der Würfel gab einen Ausschlag. Die Ursache kan man aus dem vorhergehenden begreifen. Der Würfel von Alabaster wäget 1472 Gr. und ein Würfel von gleicher Grösse aus Zinn 5388 Gr. (§. 179.): und demnach da nicht viel über den dritten Theil von dem Zinne eben so schwer ist als der gantze Würfel von Alabaster; so muß die Kugel von Zinn, welche mit dem Würfel von Alabaster in der Luft einerley Schwere hat, nicht viel über den dritten Theil so groß seyn als der Würfel. Da er nun im Wasser nicht viel über den dritten Theil von demjenigen Raume einnimmet, als der Würfel in ihm erfüllet; so verlieret auch dieser bey nahe dreymal so viel von seiner Schwere als die Kugel, nemlich da der Würfel einen Abgang von 1 Untze 2 Dr. 40 Gr. oder 640 Gr. leidet, so verlieret die Kugel nicht viel über 213 Gran, und wäget demnach die Kugel bis 7 Dr. mehr als der Würfel im Wasser; welcher Ausschlag gewiß gar sehr merklich ist. Eine zinnerne Kugel, die mit dem Würfel von Alabaster im Wasser die Wage hält, wäget bey nahe den zehenten Theil mehr in der Luft, als der Würfel im Wasser, indem das Zinn bey nahe einen Abgang des zehenten Theiles von seiner Schwere

Mathematischer Beweis.

im

im Waſſer leidet (§. 179). Nun wäget der Würfel im Waſſer 832 Gr. und daher die Kugel von Zinn in der Luft bey nahe den zehenten Theil mehr, das iſt 915 Gran. Derowegen da der Würfel im ſpiritu vini 544 Gr. von ſeiner Schwere verlieret (§. 181.); ſo wäget er noch 928 Gr. (§. 179.). Hingegen da der Kugel etwas über den neunten Theil im ſpiritu vini abgehet (§. 179. 181.); ſo wäget ſie darinnen 812 Gran, und demnach iſt ſie leichter als der Würfel. Hieraus erhellet, daß auch zwey Cörper in einem von Luft leerem Raume einander nicht die Wage halten, die in der Luft einander die Wage halten. In der That haben wir es ſchon verhin (§. 182.) geſehen: denn das kleine Bley-Gewichte, welches nicht viel über eine Unze hielt, ſtund in der Luft mit der Blaſe im wagerechten Stande, hingegen im leeren Raume gab die Blaſe einen Ausſchlag. Da aber ein Cubic-Zoll kaum einen halben Gran im leeren Raume weniger wäget, als in der Luft (§. 86. 181.); daſſelbe Bley-Gewichte aber gar ein geringer Theil von einem Zolle iſt: ſo iſt der Abgang ſeiner Schwere in der Luft auch nicht mehr merklich, und dannenhero in dem angeſtellten Verſuche eben ſo viel, als wenn daſſelbe Gewichte gar nichts von ſeiner Schwere verlohren hätte. Denn in Erklärung der

§. 185.

Cörper halten im Luft leerem Raume nicht mehr einander die Wage.

§. 185. Was in Erklärung der natürlichen Dinge für nichts zu achten.

natürlichen Dinge ist eine Kleinigkeit, die wir nicht mehr wahrnehmen können, für nichts zu achten. Es hat diese Beschaffenheit mit der Grösse, daß eine in Ansehung der andern in gewissen Fällen gleichsam verschwindet, und es eben so viel ist, als wenn sie gar nicht vorhanden wäre. Was man in der Geometrie von den Grössen überhaupt annimmet; findet auch in Erklärung der Natur statt. Und haben dieses insonderheit diejenigen zu mercken, die sich in das unendlich kleine in der Geometrie nicht zu finden wissen, welches man für nichts halten soll, da es doch an sich nicht für nichts ausgegeben wird. Unterdessen hat es in gegenwärtigem Falle nichts zu sagen, ob in einer flüßigen Materie beyde Cörper, die einander die Wage halten, einen mercklichen Abgang ihres Gewichtes leiden, oder ob nur bey einem dergleichen zu verspüren. Denn es wird einmahl so wol der wagerechte Stand in einer flüßigen Materie von einer andern Art gehoben, als das andere.

Cörper von gleicher Grösse und Schwere halten einander in verschiedenen flüssigen Materien nicht die Wage.

§. 186. Ich habe endlich noch einen Würfel machen lassen, der in der Grösse und Schwere dem vorigen gleich war, nemlich ebenfals aus Alabaster. Beyde habe ich an einer Wage befestiget, daran sie mit einander inne gestanden. Als ich einen davon ins Wasser, den andern in spiritum vini ge-

han-

hangen; so hat der im ſpiritu vini einen Ausſchlag gegeben. Und demnach ſiehet man, daß wenn gleich zwey Cörper einerley Gröſſe und Schwere haben, auch in einerley flüßigen Materie beſtändig einander die Wage halten, ſie dennoch in verſchiedenen Materien nicht gleich ſchwer befunden werden. Dieſes kommet auch mit demjenigen überein, was durch vorhergehende Verſuche heraus gebracht oder vielmehr beſtätiget worden, indem alle dieſe Wahrheiten in der Hydroſtatick längſt erwieſen worden, wie man es auch aus meinen Anfangs-Gründen der Hydroſtatick erſehen kan. §. 186.

Cörper von gleicher Gröſſe verlieren gleichviel von ihrer Schwere in einer flüßigen Materie. Unſere beyde Würfel von Alabaſter verlieren ein jeder im Waſſer 1 Untze 2 Dr. 40 Gr. (§. 178.), ein jeder verlieret im ſpiritu vini 1 Untze 1 Dr. 4 Gr. (§. 181.) Da ſie nun beyde in der Luft einerley Schwere haben; ſo müſſen ſie auch im Waſſer, im ſpiritu vini und in einer jeden anderen flüßigen Materie einander die Wage halten, oder gleich ſchwer verbleiben. Hingegen wenn der eine Würfel im Waſſer hänget, der andere im ſpiritu vini; ſo wäget jener noch 1 Untze 5 Dr. 52 Gr. dieſer aber noch 1 Untze 7 Dr. 28 Gr und alſo 1 Dr. 36 Gr. mehr als der andere. Derowegen kan die Wage unmöglich inne ſtehen; ſondern der Würfel im ſpiritu

Mathematiſcher Beweis.

§. 186. Erinnerung.

vini muß einen Ausschlag geben. Will man sich nicht erst besondere Würfel dazu machen lassen; so kan man auch nur zwey Gewichte von gleicher Schwere dazu nehmen. So habe ich unterweilen 2 meßingene Gewichte dazu gebraucht; allein weil sie kleine waren, zeigete sich der Unterscheid nicht so deutlich wie bey den Würfeln. Ich habe auch sonst in dem vorhergehenden Versuche (§. 185) den Würfel von Alabaster mit einem meßingenen Gewichte in wagerechten Stand gesetzet, und nach diesem beyde ins Wasser gebracht: aber auch hier war der Unterscheid nicht völlig so groß als wie bey der zinnernen Kugel, wo viel Bley mit darunter war. Doch betrug der Unterscheid nicht so viel, als in dem gegenwärtigen Versuche.

Exempel abgewogener Materien im Wasser.

§. 187. Boyle b) hat verschiedene Materien im Wasser abgewogen, und so wohl ihre Schwere in der Luft, als im Wasser angemercket, auch daraus die Verhältniß ihrer Schwere zu der Schwere des Wassers gezogen. Wir wollen einige davon anführen, die wir am nöthigsten zu wissen erachten. Es haben demnach 1) 306 Gr. Ambra im Wasser nur 12 Gr. 2) 251 Gr. Achat 156 Gr. 3) 391 Gr. von gutem

b) Medicina Hydrostatica. Conf. Boulton in Compend. Anglico Oper. Boylii Vol. 3. p. 346.

gutem Antimonio 295 Gr. 4) 187 Gr. Bezoar-Stein 61 Gr. und ein anderes Stücke von 56½ Gr. nur 22 Gr. 5) 129¼ Gr. rothe Corallen 80¼ Gr. 6) 256 Gr. Crystall 140 Gr. 7) ein Stein von einem Menschen, der 2570 Gr. schwer war, 1080 Gr. 7) 77½ Gr. Krebs-Augen 36½ Gr. 8) 802 Gr. gemeiner Zinnober 702 Gr. hingegen 197 Gr. Zinnober von Antimonio 169 Gr. und eben so viel natürlicher Zinnober 171 Gr. 9) 814 Gr. Marcasit 631 Gr. 10) 371 Gr. lebendiger Schwefel 185 Gr. gewogen. Wenn demnach das Wasser 100 Theile bekommet; so kommet für die Schwere des Ambra 104, für den Achat 264, für das Antimonium 407, für das erste Stücke des Bezoar-Steines 148, für das andere 164, für die rothe Corallen 263 für den Stein von einem Menschen 172, für Krebs-Augen 189, für gemeinen Zinnober 801, für den vom Antimonio 703, für den natürlichen 757, für den Marcasit 445, für den Schwefel 200. §. 187.

§. 188. Meines Orts hätte ich lieber selbst die Metalle im Wasser abgewogen um dadurch die Art ihrer Schwere zu determiniren, wenn ich sie rein ohne einige Legirung bey der Hand gehabt hätte. Weil mir aber dieses vor jetzt nicht möglich gewesen; so habe ich mich mit dem ver- Beschaffenheit der Schwere der Metalle

§. 188. Wie sie Ghetaldus befunden.

vergnügen müssen, was andere angemercket. Ghetaldus, wie es Oughtred aus seinem Archimede promoto c) anführet, hat gefunden, daß wenn die Schwere des Goldes eingetheilet wird in 100 Theile, so bekommet das Queckſilber $71\frac{3}{7}$, das Bley $60\frac{10}{19}$, das Silber $54\frac{3}{17}$, das Kupfer $47\frac{7}{19}$, das Eiſen $42\frac{3}{19}$, das Zinn $38\frac{18}{19}$, das Waſſer $5\frac{5}{19}$. Und hieraus erhellet, daß das Gold das ſchwereſte ſey unter allen Metallen, die gefunden werden, und daher auch das dichteſte unter allen. Ja wir finden unter denen übrigen Materien noch weniger eine, die an der Schwere und Dichtigkeit dem Golde beykäme. Nach dem Golde iſt nichts ſchwerers als das Queckſilber, ob es gleich eine flieſſende Materie iſt, und alſo iſt es auch dichter als alle übrige Arten der Metalle. Was demnach das Gold unter denen ſtehenden oder feſten Materien iſt, das iſt das Queckſilber unter denen flüßigen, nemlich das allerſchwereſte und dichteſte. Das Queckſilber iſt eigentlich kein Metall, indem die Metalle feſte Cörper ſind, die ſich hämmern und ſchmeltzen laſſen: deren keines von dem Queckſilber kan geſaget werden. Schmeltzen darf man es nicht, denn es iſt vor flüßig. Was nun aber flüßig iſt, läſſet

Gold iſt das ſchwereſte.

Queckſilber iſt das ſchwereſte nach dem Golde.

c) In Opuſc. Mathem. p. 61.

läſſet ſich nicht durch einen Hammer aus einander treiben. Derowegen iſt nach dem Golde das ſchwereſte Metall das Bley, welches ſich zu dem Golde bey nahe verhält wie 71½ zu 100 oder 143 zu 200, und alſo bey nahe um den vierten Theil leichter iſt als das Gold. Nemlich wenn das Gold 200 Theile hat, und das Bley bekäme 150 Theile; ſo fehlet noch der vierte Theil: da es aber nur 143 Theile hat, ſo fehlet noch etwas mehr als der vierte Theil. Woraus man erſiehet, daß drey Pfund Bley bey nahe ſo viel Raum einnehmen als vier Pfund Gold. §. 188. Bley iſt bey nahe um den vierten Theil leichter als Gold.

Auf das Bley folget das Silber, welches ſich zu dem Golde verhält bey nahe wie 54½ zu 100 oder wie 109 zu 200, und dieſem nach faſt nur halb ſo ſchwer iſt als das Gold. Denn wenn das Gold 200 Theile hat: und das Silber bekäme 100; ſo wäre es nur halb ſo ſchwer als das Gold, da es aber 109 bekommet, ſo iſt es etwas mehr als halb ſo ſchwer. Und demnach nimmet ein Pfund Gold nur halb ſo viel Raum ein als ein Pfund Silber. Das Bley verhält ſich zu dem Silber wie 143 zu 109 oder 200 zu 152, und alſo iſt es von dem Bleye um 48 Theile unterſchieden. Das Bley iſt von dem Golde um 53 Theile unterſchieden, und alſo kommet das Bley dem Golde an Schwere und Dichtigkeit näher als das Silber dem Bleye, ob zwar Silber iſt etwas mehr als halb ſo ſchwer wie Gold.

zwi-

§. 188. zwiſchen Bley und Silber kein anderes Metall iſt, welches dem andern nahe käme. Das Kupfer verhält ſich zu dem Golde bey nahe wie $47\frac{1}{2}$ zu 100 oder wie 142 zu 300, das iſt, wie 95 zu 200, und demnach iſt es etwas weniger als halb ſo ſchwer als das Gold. Das Silber iſt um 9 Theile ſchwerer als halb ſo viel Gold; das Kupfer um fünf Theile leichter als halb ſo viel Gold, und demnach kommet das Kupfer dem Silber an Schwere und Dichtigkeit ſehr nahe. Man ſiehet auch aus fernerer Vergleichung der Zahlen, daß das Eiſen an Schwere und Dichtigkeit dem Kupfer faſt ſo nahe kommet, als das Kupfer dem Silber: denn das Kupfer iſt leichter als das Silber um 7, das Eiſen leichter als das Kupfer um 5 hundert Theile. Endlich geben die Zahlen, daß das Zinn das leichteſte iſt unter allen Metallen: jedoch dem Eiſen etwas näher kommet an Schwere und Dichtigkeit als dieſes dem Kupfer. Denn Kupfer und Eiſen ſind um 5, Eiſen und Zinn um 3 hundert Theile unterſchieden. Sengwerd d) hat die Metalle gleichfalls im Waſſer abgewogen, und von jedem ein Stücke genommen, das 554 Gran in der Luft gewogen. Das Gold hat im Waſſer verlohren 29 Gr.

Kupfer hingegen etwas weniger als halb ſo ſchwer wie Gold.

Eiſen kommet dem Kupfer ſo nahe, wie dieſes dem Silber.

Wie Sengwerd die Schwere des Metalles gefunden.

d) In Connubio rationis atque experientiae c. 24. p. 251.

Gr. das Bley 49, das Silber 53, das Kupfer 64, das Eisen 70, das Englische Zinn 75. §. 188.

Wie man den Verlust der Schwere im Wasser berechnet.

Hieraus lässet sich jederzeit durch die Regel detri finden (§. 113. Arithm.), wie viel ein jedes anderes Stücke, es mag so schwer seyn als es will, von seiner Schwere im Wasser verlieren muß. Jedoch da eben die gegenwärtigen Versuche zeigen, daß ein Wasser nicht so schwer ist als wie das andere; wir auch dadurch finden, daß nicht zu einer Zeit einerley Wasser so schwer ist, wie zu einer andern, sondern im warmen leichter als im kalten; so kan wohl freylich einmal das Metall, es mag von einer Art seyn, von welcher es will, nicht so viel von seiner Schwere im Wasser verlieren, wie das andere. Wenn man wissen will, wie viel der Unterscheid beträget; so muß man die durch Wärme und Kälte veränderte Schwere des Wassers durch gegenwärtige Versuche bestimmen (§ 133). Unterdessen da in der Hydrostatick erwiesen wird, auch aus dem vorhergehenden erhellet, daß die Art der Schwere zweyer Cörper sich gegen einander verhält, wie der Abgang im Wasser verkehrt genommen, wenn sie in der Luft gleichviel gewogen; so lässet sich durch die Regel detri die Schwere eines jeden Metalles in solchen Theilen finden, deren das Gold hundert hat, wenn man 2900 durch den Abgang

des

§. 188. des Gewichtes im Wasser von einem andern Metalle dividiret. Z. E. Wenn man 2908 durch 49 als den Abgang des Gewichtes von dem Bleye im Wasser dividiret, so kommen bey nahe $59\frac{1}{7}$ solcher Theile für das Bley, deren das Gold 100 hat (§. 113. Arithm.). Auf eben diese Weise findet man für das Silber $54\frac{2}{3}$, für das Kupfer $45\frac{1}{3}$, für das Eisen $41\frac{1}{7}$, für englisches Zinn $38\frac{2}{3}$ dergleichen Theile: welche Zahlen von denen wenig unterschieden, die wir vorhin aus dem Gheraldo angeführet.

Wie man die Art der Schwere noch auf andere Art finden kan.

§. 189. Durch das Abwägen im Wasser kan man die Verhältniß der Schwere in denen Cörpern, die schwerer sind als das Wasser, noch auf eine andere Art finden. Wir haben vorhin gesehen, daß zwey Cörper von gleicher Grösse gleichviel von ihrer Schwere verlieren, ob einer gleich gar viel schwerer ist als der andere (§. 179.) Derowegen wenn wir ein Stücke Metall im Wasser abwägen, und mercken, wie viel es von seiner Schwere verlieret, so dürfen wir nur nach diesem von anderen Stücken Metallen von einer andern Art nach und nach so viel abreiben, bis sie eben so viel von ihrer Schwere im Wasser verlieren, und wir sind alsdenn gewiß, daß alle diese Stücke von gleicher Grösse sind. Woraus man

man zugleich ersiehet, auf was für Art und Weise man zwey Stücke von verschiedenen Materien von gleicher Grösse bekommen kan, sie mögen so eine unordentliche Figur haben, als sie immermehr wollen. Wenn man nun diese Stücke in der Luft genau abwäget; so weiß man die Schwere in gleich grossen Stücken, und also geben die Zahlen, welche das Gewichte andeuten, die verlangte Verhältniß. Sengwerd hat den Unterscheid der Schwere in den Metallen auch auf diese Art gesucht, und gefunden, daß das Gold 807, das Bley 477, das Silber 443, das Kupfer 371, das Eisen 338, das englische Zinn 306 Gran gewogen. Wenn man nun abermal dem Golde 100 Theile giebet; so bekommet das Bley $59\frac{1}{17}$, das Silber $54\frac{7}{11}$, das Kupfer 46, das Eisen $41\frac{7}{8}$, das englische Zinn $37\frac{15}{17}$. Es verlohren aber alle diese Stücke 42 Gran von ihrer Schwere im Wasser. Er hat, um desto gewisser in der Sache zu werden, den Versuch noch mit andern Stücken wiederhohlet, die im Wasser 24 Gr. verlohren. In diesem Falle wog das Gold 414, das Bley 277, das Silber 256, das Kupfer 215, das Eisen 196, das englische Zinn 180 Gr. Wenn nun der Schwere des Goldes 100 Theile gegeben werden, so bekommet das Bley $59\frac{43}{74}$, das Silber $54\frac{104}{474}$, das Kupfer $45\frac{1}{2}$, das Eisen $41\frac{1}{3}$, das

§. 189. Wie man Stücke Materien von gleicher Grösse bekommen kan.

Wie Sengwerd die Schwere der Metalle gefunden.

§. 189. englische Zinn 38: welches mit dem vorigen ziemlich überein kommet.

Nöthige Erinnerung bey dem Abwägen im Wasser.

§. 190. Weil das Wasser zu einer Zeit schwerer seyn kan als zu der andern auch nicht alles Wasser einerley Schwere hat; so ist nöthig, daß die Cörper, deren Schwere man mit einander vergleichen will, in einerley Wasser abgewogen werden. Derowegen wer Lust hat die Verhältniß der Schwere in den Metallen vor sich zu untersuchen, muß solches auf einmal thun. Unterdessen gehet es gleichwol nicht an, daß man alles zu gleicher Zeit verrichtet: indem zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten Materien vorkommen können, deren Verhältniß zu andern man wissen will, die wir sonst im Wasser abgewogen.

Wie man findet, ob das Wasser zu einer Zeit so schwer ist als zur andern.

Damit man nun desto mehr versichert ist, absonderlich wo viel daran gelegen, daß man die Verhältniß der Schwere zweyer Cörper genau bestimmen kan, daß es eben so viel ist, als wenn man beyde zu einer Zeit in einem Wasser abgewogen hätte; so muß man einen Cörper dazu haben, z. E. eine steinerne Kugel (§. 183.), dessen Verlust von der Schweere im Wasser man genau gemercket. Wenn man nun wieder etwas versuchen will; hänget man diese Kugel in das Wasser, welches man zu dem Versuche

zu

zu gebrauchen gedencket. Stehet die Kugel wieder mit dem Gewichte inne, mit welchem sie sonst inne stund, da man sie darinnen abwog, oder, welches gleich viel ist, verlieret sie eben so viel von ihrer Schwere, wie sie sonst im Wasser verlohren, so ist das Wasser eben so schwer wie das vorige, und darf man kein Bedencken tragen anzunehmen, als wenn alles, was man in ihm abgewogen, in dem vorigen sey abgewogen worden. Findet es sich hingegen, daß der Abgang des Gewichtes etwas grösser ist als sonst; so ist das Wasser von schwererer Art als dasjenige gewesen, was wir sonst gebrauchet. Wird endlich der Abgang des Gewichtes geringer gefunden als sonst; so erkennet man daraus, daß das Wasser von leichterer Art sey, als dasjenige, darinnen wir vor diesem die Sachen abgewogen. In dem ersten Falle, da das Wasser zu schwer ist, muß man etwas von einer leichteren flüssigen Materie als Brandtwein dazu giessen, bis man durch Vermischung dieser beyden Materien eine erhält, die an der Art der Schwere dem Wasser beykommet, darinnen wir sonst unsere Versuche angestellet. In dem anderen Falle darf man nur etwas Saltz hinein werfen, bis der Würfel mit demjenigen Gewichte wiederum genau inne stehet, mit dem er sonst im Wasser inne ge-

§. 190.

Wie man ein Wasser dem andern gleich schwer machet.

§. 190. ſtanden. Auf ſolche Weiſe iſt der Zweifel gehoben, den man aus dem Unterſcheide des Waſſers wider die angeſtellten Verſuche machen könnte. Man kan zwar auch durch Rechnung zu rechte kommen, wenn man durch das vorgeſchlagene Mittel findet, wie viel das Waſſer jetzt leichter, oder ſchwerer iſt als ſonſt, daß es nach dieſem gleich viel iſt, als wenn man die Metalle in einerley Waſſer abgewogen hätte: allein es gehet etwas beſchwerlicher her. Derowegen wollen wir es bey dem Wege des Verſuches bewenden laſſen. Wir wiſſen aus dem vorhergehenden (§. 180.), daß ein Cörper eben ſo viel von ſeiner Schwere im Waſſer verlieret, wenn wir ihn mit der Hand halten, als wenn er an eine Wage gebunden wird. Derowegen wenn wir dieſe Verſuche anſtellen wollen, können wir das Glas mit dem Waſſer auf die eine Wage-Schaale ſetzen, und auf die andere ſo viel Gewichte legen, bis die Wage recht genau inne ſtehet. Wenn wir nach dieſem das Pferde-Haar, damit der Cörper umſchlungen, den wir abwägen wollen, mit der Hand faſſen und ins Waſſer hängen; ſo wird das Waſſer um ſo viel ſchwerer, als er von ſeiner Schwere darinnen verlieret (§. 180.). Da nun die Wage von der einen Seite einen Ausſchlag giebet; darf man nur ſo viel Gewich-

Beſonderer Handgrif.

te

te auf die andere Wage-Schaale legen, bis sie wiederum inne stehet, und dieses Gewichte zeiget den Abgang der Schwere im Wasser an. §. 190.

Man hat hierbey einige Vortheile: indem es nicht allein beschwerlich ist den Cörper mit dem Pferde-Haare an die Wage zu binden, sondern auch verdrüßlich fället, wenn man die Schwere der Wage-Schaale und ihres Zugehöres mit zu dem Gewichte des Cörpers schlagen soll, das er in der Luft hat. Unterdessen muß man doch auch wohl dabey Acht haben, ob durch das Wasser die Wage so beschweret wird, daß der Ausschlag nicht so mercklich verbleibet, wie sonst, wenn sie weniger beschweret wird. Denn da am am meisten darauf zu sehen ist, daß man den Verlust der Schwere im Wasser so genau erkennet, als nur immer möglich ist; so muß man sich auch keine Mühe verdrüssen lassen, die dazu angewendet wird. Man kan nicht eher etwas für eine Weitläuftigkeit ausgeben, als bis man auf eine andere Weise, wo weniger zu thun ist, alles eben so gut haben kan: in anderen Fällen ist die Kürtze verwerflich, als die es hindert, daß wir unseren Zweck nicht erreichen, wie wir wolten, oder auch solten.

Vortheile dabey.

Vorsichtigkeit dabey.

Wie die Weitläuftigkeit zu beurtheilen.

§. 191. Man kan auch aus den vorhergehenden Versuchen ausmachen, den wie vielten Theil von seiner Schwere jedes Metall im Wasser verliere. Wir wis-

Wie die Güte des Metalles erkant wird.

§. 191. sen nemlich, daß 544 Gran Gold 29, so viel Bley 49, so viel Silber 53, so viel Kupfer 64, so viel Eisen 70, so viel englisches Zinn 75 Gran von seiner Schwere im Wasser verlieret. Derowegen wenn man 544 durch das von jedem Metalle im Wasser verlohrene Gewichte dividiret, so findet man daß das Gold etwas mehr als den neunzehenten Theil, das Bley etwas mehr als den eilften, das Silber etwas mehr als den zehenten, das Kupfer etwas mehr als den achten, das englische Zinn etwas mehr als den siebenten Theil von seiner Schwere verlieret, nemlich der von dem Golde verlohrene Theil seiner Schwere stecket in der gantzen Schwere des Goldes $19\frac{3}{29}$ mal; bey dem Bley ist dieser Quotient $11\frac{16}{49}$, bey dem Silber $10\frac{24}{53}$, bey dem Kupfer $8\frac{43}{64}$, bey dem Eisen $7\frac{64}{70}$, bey dem Zinne $7\frac{29}{75}$. Kusseler e) stimmet hiermit ziemlich überein, wenn er die Verhältniß des verlohrnen Gewichtes im Wasser der gantzen Schwere durch bequemere Zahlen ausdrucket. Er saget, es verliere im Wasser das Gold von seiner Schwere $\frac{1}{18}$, das Queckſilber $\frac{1}{14}$, das Bley $\frac{1}{12}$, das Silber $\frac{1}{10}$, das Kupfer $\frac{1}{9}$, das Eisen $\frac{1}{8}$, das Zinn $\frac{1}{7}$. Diese Zahlen sind von nicht geringem Nutzen: denn man kan dadurch die Güte der Metalle und ihre Reinig-

e) in Princip. Pantosoph. part. 3. p. 121.

Reinigkeit ausmachen, indem man sie im Wasser abwäget. Z E. Wenn man Gold im Wasser abwäget, und seine Schwere, die es in der Luft hat, durch den Abgang im Wasser dividiret; so wird der Quotient zeigen, ob es dem reinen Golde nahe komme, oder nicht. Denn wenn der Quotient weit über den neunzehenten Theil hinauf steiget, und dem zwölften sehr nahe kömmet; so erkennet man daraus, daß viel Zusatz dabey ist. Man muß mercken, daß das reine oder pure Gold von den Künstlern in 24 Theile getheilet wird, und siehet man in dieser Eintheilung auf die Schwere, nicht aber auf die Grösse. Einen solchen Theil pfleget man einen Karath zu nennen, und darnach schätzet man die Güte des Goldes. Wenn das Gold 16 Karath haben soll, so werden dazu 16 Theile pures Gold, 4 Theile Silber und 4 Theile Kupfer genommen: denn die Legirung bestehet halb aus Silber, halb aus Kupfer. Freylich wäre es nicht undienlich, wenn man das Gold von den gewöhnlichen Legirungen, die vorkommen, in dem Wasser auf das sorgfältigste abwägte, und den Abgang des Gewichtes genau bemerckte: so wäre man in dem Stande ohne Strich und andere Mittel die Güte desselben so gleich durch das Abwägen im Wasser zu erkennen, ohne daß man nöthig hätte einige Rechnung da-

§. 191.

Wie die Güte des Goldes geschätzt wird.

§. 193. leichterer Art. gen, den er zu verlieren scheinet (§. 180.). Es gehet aber nicht an, daß eine Kraft zu gleicher Zeit zwey verschiedene Würckungen haben kan, und einmal angewendet wird den Widerstand des Wassers zu überwinden, das andere mal aber nieder zu steigen: dergleichen wir auch schon oben (§. 45.) gefunden. Damit wir nun dieses alles mit seinen gehörigen Umständen desto deutlicher in der Erfahrung gegründet sehen möchten: so habe ich folgende Versuche angestellet.

Versuche. Ich habe demnach zwey Kugeln von gleicher Grösse genommen, eine von Bley, die andere von rothem Wachse, dergleichen man in Gerichten zum Siegeln brauchet, und sie zugleich im Wasser fallen lassen. Damit sie nicht bald zu Boden kamen, habe ich das Wasser in ein Cylindrisches Glas gegossen, welches einen Schuh und etwas darüber hoch war. Beyde Kugeln habe ich gantz gelinde auf die obere Fläche des Wassers geleget und zu gleicher Zeit fahren lassen: allein die bleyerne erreichete schon den Boden, als die von Wachse noch mercklich davon entfernet war.

Erweis des Satzes daraus. Da die Kugeln von gleicher Grösse sind, so haben sie auch einerley Fläche, und daher kan keine mehr Widerstand in der Fläche finden, als die andere. Die bleyerne aber ist viel schwerer als die von Wachse, und, da sie einerley Gewichte in dem Wasser verlieren (§. 179.), so muß

auch

auch jene im Waſſer viel ſchwerer bleiben als dieſe. Derowegen da wir ſehen, daß die bleyerne ſich geſchwinder beweget als die von Wachſe, ſo erhellet hieraus, daß die von ſchwererer Art, folgends die mehr Kraft von ihrer Schwere übrig behält, ſich auch ſchneller beweget, als die von leichterer Art, welche weniger Kraft von ihrer Schwere behält. §. 193.

Wie der Verſuch mercklicher angeſtellet wird.

Damit der Unterſcheid ſich deſto deutlicher zeigen möchte, ſo habe ich an ſtatt der bleyernen Kugel eine andere von gemeinem Wachſe genommen, und dadurch, daß ich etwas Feilſtaub von Eiſen hinein gethan ſie um etwas weniges ſchwerer gemacht als das Waſſer. Dieſe Kugel war noch um ein weniges ſchwerer als die von rothem Wachſe, als ich ſie gegen einander auf der Wage abwog. Allein da ſie ins Waſſer kam, gieng ſie ſo langſam zu Boden, daß die von rothem Wachſe mehr als einmal hätte können hinunter fallen. Ja wenn gleich ſchon $\frac{3}{4}$ von der Höhe die Kugel von gemeinem Wachſe hinunter gefallen war, und man ließ alsdenn erſt die von rothem Wachſe nachfallen; ſo kam dieſe doch eher als jene zu Boden. Die Kugel, welche bey nahe faſt einerley Art der Schwere mit dem Waſſer hat, behält gar wenig davon im Waſſer zurücke (§. 179.), und demnach iſt es kein Wunder, daß die Bewegung ſo langſam iſt. Ich meine, man ſehe hieraus

§. 188. zur Gnüge, daß ein Cörper langsamer und geschwinder sich im Wasser bewege, nachdem er einen grösseren oder kleineren Theil von seiner Schwere im Wasser verlieret.

Das auch in andern flüßigen Materien der Unterscheid des Falles sich wie im Wasser zeiget.

Es ist wohl keine Ursache vorhanden, warum man nur im geringsten zweifeln solte, daß solches nicht auch in anderen flüßigen Materien so wol als im Wasser angehe, indem ein jeder Cörper so wol in andern flüßigen Materien, als im Wasser, einen Theil von seiner Schwere verlieret, und daß der Verlust dem Gewichte noch einerley, aber der Verhältniß nach zu der gantzen Schwere des Cörpers verschieden sey (§. cit.): allein weil wir hier alles durch Versuche zu zeigen gesonnen, so habe ich an statt des Wassers spiritum vini genommen, und in allem eben den Fortgang wie vorhin verspüret. Damit ich aber nicht zu viel spiritum vini nöthig hätte, habe ich nur ein enges Glas dazu gebraucht, dergleichen oben bey anderen Versuchen beschrieben worden (§. 147.), und jede Kugel in einem besonderen Glase fallen lassen. Nach diesem habe ich zwo Kugeln aus rothem Wachse, wie vorhin die eine war, gemacht, und auf der Wage genau examiniret, bis ich sie von gleicher Schwere, und folgends von gleicher Grösse befunden. Eine von ihnen habe ich im Wasser, die andere im spiritu vini, jedoch beyde zu gleicher

Ein Cörper steiget geschwinder nieder in leichteren als schwereren Materien.

cher Zeit niederfallen lassen: allein unerachtet beyde gleich hoch herunter fielen, so kam doch die im spiritu vini viel eher zu Boden, als die im Wasser. Es war demnach klar, daß ein Cörper in einer flüßigen Materie von leichterer Art sich geschwinder beweget, als in einer anderen von schwererer Art. Wir haben aber oben gesehen, daß die Kugel im Wasser mehr von ihrer Schwere verlieret als im spiritu vini (§. 180.). Derowegen beweget sie sich geschwinder, wenn sie wenig von ihrer Schwere verlieret, als wenn ihr viel davon abgehet, folgends wenn ihr die flüßige Materie wenig widerstehet, als wenn der Widerstand groß ist. Damit sich dieser Unterscheid noch deutlicher zeigen möchte, habe ich zwo Kugeln von gemeinem Wachse gemacht, und durch ein wenig Feilstaub von Eisen es wie vorhin zuwege gebracht, daß sie um etwas weniges schwerer worden als das Wasser. Beyde Kugeln habe ich abermal auf das genaueste examiniret, bis ich sie von gleicher Schwere und folgends auch von gleicher Grösse befunden. Von diesen beyden Kugeln habe ich abermal eine im spiritu vini, die andere im Wasser, und zwar beyde zu gleicher Zeit und von einerley Höhe, herunter fallen lassen. Allein die im spiritu vini ist gar viel geschwinder, als die im Wasser zu Boden kommen, nemlich jene lag schon

§. 192.

Versuch, der die Sache noch deutlicher zeiget.

§. 193. schon zu Boden, ehe diese kaum die halbe Höhe hinab gestiegen war. Ja ob ich gleich die Kugel im spiritu vini erst fallen ließ, indem die andere im Wasser schon den dritten Theil der Höhe hinunter gefallen war; so kam sie doch eher als diese zu Boden. Man kan es auch gar leicht ermessen, daß es so seyn müsse. Denn eine Kugel, die bey nahe einerley Schwere hat mit dem Wasser, behält in ihm fast gar nichts von seiner Schwere im Wasser übrig (§. 179). Derowegen ist es nicht anders möglich, als daß sie sich sehr langsam beweget. Hingegen im spiritu vini behält eben dieselbe, oder eine gleich grosse Kugel, noch einen merklichen Theil von ihrer Schwere übrig, und daher ist die Bewegung noch geschwinde. Wer wolte sichs demnach befremden lassen, daß die im spiritu vini gar viel geschwinder den Boden erreichet, als die im Wasser? Diese Versuche zeigen insgesammt, daß ein Cörper nach Proportion des Verlustes, den er an seiner Schwere leidet, sich in einer flüßigen Materie beweget.

Beweis dessen, was der Versuch zeiget.

§. 194. Der Herr von Leibnitz hat einen Versuch angegeben, wodurch man inne wird, daß ein Cörper, indem er in einer flüßigen Materie niedersteiget, mit ihr nicht zugleich drucket; wenn er aber von ihr getragen wird, seine Kraft zu drucken mit ihr vereinigen. Es gab ihm dazu Anlaß der

Cörper drucken nicht mit der flüßigen Materie, indem sie durch sie fallen.

Streit

Streit zwiſchen den beyden Medicis Ramazzini und Schellhammern, deren jener Profeſſor Medicinae in Padua war, dieſer aber eben dieſe Stelle in Kiel bekleidete, wegen der Urſache des Falles des Queckſilbers im Wetter-Glaſe bey dem Regenwetter. Denn als ſie ſich nicht darüber mit einander vereinigen konten, ſondern von A. 1696. bis 1698. mit einander vergebens geſtritten hatten, wie umſtändlicher in den Actis Eruditorum f) ausgeführet wird; ſchrieb Ramazzini an Leibnitzen, und erkundigte ſich bey ihm, was er von dieſer Sache hielte. Der Herr von Leibnitz antwortete ihm, er ſähe die Dünſte an als Cörper, die von der Luft getragen würden, und, ehe ſie in Tropfen zuſammen flöſſen, mit ihr zugleich drucketen, folgends ihre Schwere dadurch vermehreten. So bald ſie aber in Tropfen zuſammen flöſſen, fiengen ſie an zu fallen, und im Fallen drucketen ſie nicht mehr mit der Luft, ſolchergeſtalt würde die Luft leichter, als ſie vorhin geweſen war. Damit er nun dieſes erweiſen möchte, daß das Waſſer, indem es durch die Luft fiele, nicht mehr mit der Luft druckete; ſo gab er ihm folgenden Verſuch an. Er hieß ihn an eine Wage eine etwas lange Röhre AB anhängen, damit der Cörper nicht bald zu Boden käme, wenn

§. 194. Wer dieſes entdecket.

Tab. XVI. Fig. 94.

f) Anno 1711. p. 10. et ſeqq.

§. 194. Versuch, wodurch es erhellet.

wenn er fiele, und man die Veränderung an der Wage desto besser wahrnehmen könnte. Diese Röhre sollte er mit Wasser füllen, und eine hohle Kugel D aus einer Materie, die an sich schwerer ist, als das Wasser, hinein legen. Anfangs solte er das Loch, wo Wasser hinein kommen war, verstopfen, damit der Cörper im Wasser schwimme, und die Wage durch ein Gewichte C in wagerechten Stand setzen: so würde er finden, daß der Cörper gantz mit dem Wasser druckete, indem die Röhre mit Wasser um so viel schwerer würde, als derselbe wäget. Nach diesem solte er die Eröfnung aufmachen, daß das Wasser hinein laufen könnte, und der Cörper zu Boden fiele; so würde er sehen, daß das Gewichte C, welches vorher mit der Röhre AB gantz genau inne stund, einen Ausschlag giebet, und dadurch erhellen, daß der Cörper im Falle nicht mehr mit dem Wasser seine Kraft zu drucken vereinige.

Wenn er nicht von statten gehet.

Ramazzini brauchte eine Wage, die nicht schnelle genung im Ausschlage war, und eine allzu kurtze Röhre, da der Cörper bald zu Boden kam: derowegen wolte ihm der Versuch nicht gelingen: und er ließ ihn liegen.

Wie er mit Fortgang wiederholet worden.

Als er aber viele Jahre hernach es mit Gratiano, Professore Philosophiae zu Padua etliche mal versuchte, gieng es ihm glücklich von statten, und gab daher seinen gantzen Streit, den er mit dem Herrn

Schell-

Schellhammer gehabt hatte, A. 1720 zugleich mit Leibnitzens Briefe heraus g). §. 194.
Weil es aber beschwerlich ist einen hohlen Cörper im Wasser zu eröfnen, daß dasselbe hinein laufen kan; so hat Ramazzini einen Cörper, der schwerer ist als das Wasser, mit einem Faden an die Wage gebunden, nach diesem aber, damit es fallen könnte, den Faden abgeschnitten. So bald die Sache in den Actis Eruditorum A. 1711. bekannt gemacht worden, hat man überall diesen Versuch mit gutem Fortgange wiederhohlet. Als der Herr von Leibnitz sahe, daß sein Versuch, den er vorgeschlagen hatte, glücklich zu Stande kommen war; schrieb er es an den Herrn Abt von Bignon, welcher in der Königlichen Academie der Wissenschaften es dem Herrn de Reaumur auftrug zu untersuchen. Dieser befand es gleichfalls richtig h) und hat daher die Sache überall Beyfall gefunden. Nachdem ein heftiger Streit zwischen den Engelländern und Deutschen wegen Erfindung der Differential-Rechnung entstanden, der uns an diesem Orte nicht angehet, und davon

Warum man Einwürfe dargegen gemacht.

(*Experim. T. I.*). Ich

g) Ephemerides barometricae Mutinae olim editae, nunc Patavii recusae cum tota controuersia etc.

h) Histoire de l'Acad. Roy des Sciences A. 1711. p. m. 6.

§. 194. ich zu anderer Zeit an einem Orte eines und das andere erinnert i); hat man sonderlich nach dem Tode des Herrn von Leibnitz, da er sich nicht mehr verantworten konnte, auch gerne seine zur Welt-Weisheit gehörige Erfindungen in Engelland verdächtig machen wollen. In dieser Absicht hat auch Desaguliers k) nicht so wol wider den Versuch selbst, als wider dessen Gebrauch in Erklärung der Veränderung im Wetter-Glase bey einfallendem Regen-Wetter eines und das andere einwenden wollen. Allein es hat nicht allein der Herr Prof. Kast in Königsberg in einer besonderen Dissertation, sondern auch erst neulich Michelotti in Italien l) auf alle Einwürfe zulänglich geantwortet und deren Ungrund zur Gnüge erwiesen. Ich habe den Versuch gleichfalls mehr als einmal mit gutem Fortgange angestellet. Ich habe die Röhre von Bleche über $4\frac{1}{2}$ Schuh lang und über 1 Zoll weit machen lassen. An stat des Cörpers der anfangs im Wasser schwimmen solte D, habe

Wie ihn der Autor angestellet.

i) Lexic. Mathemat. unter dem Worte Differential-Rechnung. Anfangs-Gründe der Mathemat. im Anhange p. §. 80. et seqq.

k) Transact. Anglic n. 351. p. 573.

l) Dissertat. Physico-Mathematica de separatione fluidorum in corpore animali p. 54. et seqq.

habe ich ein bleyernes Gewicht bey nahe ein Pfund schwer und in der Figur eines Cylinders an einen Faden oben an den Grif der Röhre gebunden, damit die Röhre an die Wage angehangen ward. Diese Röhre habe ich voll Wasser gegossen und nach diesem durch das Gewichte C in wagerechten Stand gesetzet. Damit ich durch das Abschneiden des Fadens die Wage nicht erschütterte; habe ich ihn mit einem Wachsstocke abgebrannt. So bald das Gewichte D angefangen zu fallen, hat das Gewichte C einen Ausschlag gegeben und ist solchergestalt die Röhre AB mit dem Wasser und dem Gewichte D in ihm leichter worden. Hingegen so bald es den Boden erreichet, und zu fallen aufgehöret, ist die Wage wieder in ihren vorigen Stand kommen. Und hieraus war zur Gnüge klar, daß der Cörper D, indem er herunter fiel, nicht zugleich mit auf die Röhre druckete und mit ihr die Wage beschwerete. Es scheinet dieses zwar anfangs wunderlich zu seyn; allein wenn man es genauer überleget, siehet man ganz deutlich, daß es nicht anders seyn könne. Es ist wohl wahr, das Gewichte mag an die Röhre angebunden seyn und im Wasser frey hängen, oder in dem Wasser, so in der Röhre ist, hinunter fallen; so ist es einmal wie das andere in der Röhre, und gewinnet daher das Ansehen, als wenn es in einem

§. 194. Handgrif. Erklärung des Versuches.

§. 194. Falle so wol als wie in dem anderen zu der Schwere der Röhre mit Wasser müste geschlagen werden. Allein wir wissen aus dem vorhergehenden, daß die Schwere des Wassers nicht um die gantze Schwere des Cörpers, der in ihm ist, vermehret wird, sondern nur um einen gewissen Theil davon, der übrige Theil aber demselben zur Bewegung im Wasser verbleibet (§. 180.). Derjenige Theil nun der Kraft, der zur Bewegung angewendet wird, wird keinesweges zum Drucke auf das Wasser angewendet. Da nun der Cörper auf den Boden der Röhre nicht anders als durch das Wasser drucken kan und also in so weit dasselbe von ihm gedrucket wird; so ist auch nicht möglich, daß derjenige Theil der Schwere, den er zur Bewegung übrig behält, mit wäget. Da die Röhre an der Wage hänget und sie ziehet, kan auch nichts mit wägen, als was auf die Röhre drucket oder sie ziehet. Hieraus aber erhellet, daß der Cörper, indem er in einer flüßigen Materie nieder steiget, doch noch so viel mit ihr wäget, als ihm von ihr Widerstand geschiehet oder von seiner Schwere darinnen abgehet. Will man dieses insbesondere versuchen; so gehet es leicht an. Denn man halte den Cörper bey dem Faden mit der Hand; so wird das Wasser dadurch um so viel schwerer, als ihm von seiner Schwere darinnen abgehet (§. 180.).

Wie viel der Cörper mit dem Wasser, wodurch er fället, drucket.

Versuch davon.

(§. 180.). Man bringe alsdenn die Wage in ihren rechten Stand, daß das Zünglein genau inne stehet und, wenn solches geschehen, lasse man das Gewichte fahren. Indem es hinunter fället, leidet die Wage nicht die geringste Veränderung, und ist demnach klar, daß auch noch im Falle die Schwere des Wassers um so viel von ihm vermehret wird, als es vorhin, da es hinein gehangen ward, von seiner Schwere verlohr. Und auf diese Art hat Desaguliers den Versuch angestellet, da er des Herrn von Leibnitz Erklärung, warum die Luft bey Regenwetter weniger drucket, verdächtig machen wolte. Er meinet auch, als hätte der Herr von Leibnitz gefehlet, daß er gesaget, der Cörper vermehrete im Falle gar nicht die Schweere der flüßigen Materie: welches doch in der That falsch ist. Allein wer wolte zweifeln, daß der Herr von Leibnitz, ob er gleich nicht ausdrücklich erinnert, indem es eine Sache ist, die ein jeder Anfänger aus der Hydrostatick weiß, nicht solte gewust haben, daß die Schwere des Wassers um so viel vermehret wird, als es der Bewegung eines Cörpers in ihm wiederstehet? Unterdessen siehet man leicht, daß, weil in dem Falle die Röhre mit dem Wasser bloß um so viel leichter wird, als derjenige Theil der Schwere austräget, den der Cörper im Wasser von seiner Schwere

§. 194.

Wie man in Engelland den Leibnitzischen Versuch angestellet.

§. 194. übrig behält, man den Versuch nicht mit solchen Cörpern anstellen muß, die nur gantz was weniges von ihrer Schwere übrig behalten, indem sie nicht von gar viel schwererer Art sind als das Wasser. Also habe ich an statt des Bleyes rothes Wachs genommen, welches man in Gerichten zu Siegeln brauchet, und damit es noch etwas schwerer werden möchte, ein wenig Bley mit hinein gestecket. Als ich alles übrige so machte, wie vorhin; so konnte man keinen mercklichen Ausschlag verspüren, indem der davon gemachte Cörper in dem Wasser hinunter fiel. Es ist wohl wahr, daß dieser und dergleichen Cörper, die nicht viel schwerer sind als das Wasser, sich sehr langsam bewegen (§. 193.) und daher der Ausschlag desto bequemer wahrzunehmen wäre, weil er lange dauret, da hingegen schwere Gewichte gar bald zu Boden kommen: allein wenn es einem zu geschwinde wäre, als daß man den Ausschlag genung wahrnehmen könnte, müste man lieber eine längere Röhre dazu gebrauchen.

Erinnerung.

Warum Cörper nicht unterſincken.

§. 195. Es ist eine bekannte Sache, daß einige Cörper im Wasser und anderen flüßigen Materien schwimmen und nicht unterſincken. Man weiß auch den Grund davon anzuzeigen, weil nemlich dieselben von einer leichteren Art sind als das Wasser, das

§. 195.

das iſt, weil ſie einen gröſſeren Raum einnehmen als das Waſſer, welches eben ſo ſchwer wäget, als ſie. Und daß dieſes der wahre Grund und kein anderer ſey, läſſet ſich aus dem vorhergehenden gar leicht erweiſen. Denn ein Cörper hat entweder einerley Art der Schwere mit dem Waſſer, oder er iſt von einer ſchwerern Art, oder von einer leichteren. Hat er einerley Art der Schwere, ſo iſt es ja eben ſo viel, ob er, oder Waſſer in demſelben Raume iſt. Derowegen da das Waſſer ruhet und weder ſteigen, noch fallen kan; ſo muß auch derſelbe Cörper ſtille ſtehen bleiben, wo man ihn in dem Waſſer hinſetzet. Iſt er von ſchwererer Art als das Waſſer, ſo ſincket er darinnen unter (§. 193). Derowegen da die Cörper von ſchwererer Art als das Waſſer in ihm unterſincken, die von einerley Art der Schwere innerhalb demſelben bleiben, wo man ſie hinſtellet; ſo müſſen diejenigen, welche ſich nur eintauchen und wenn ſie gantz unter das Waſſer geſtoſſen werden, wieder heraus kommen, von leichterer Art als das Waſſer ſeyn. Unerachtet man nun vorher ſiehet, daß ſie von leichterer Art ſeyn müſſen; ſo habe ich doch auch ſolches durch einen Verſuch augenſcheinlich zeigen wollen, damit wir deſſen deſto mehr verſichert würden. Ich habe demnach einen Würfel von Holtz machen

Beweis.

Verſuch.

§. 195. Tab. I. Fig. 1.

lassen, der sich gantz genau in ein blechernes Gefäßlein ABCDEF geschicket. Dieses habe ich voll Wasser gegossen und auf die eine Wage-Schaale gesetzet; die andere Wage-Schaale aber mit Gewichten beschweret, bis die Wage genau inne stund. Als ich nach diesem das Wasser ausgoß und den Würfel von Holtze davor hinlegte: gab das Gewichte einen Ausschlag und war daher klar zu sehen, daß das Holtz leichter war, als eben so viel Wasser. Nun bleibet das Holtz nicht unter dem Wasser, sondern fähret in die Höhe, wenn man es hinunter stösset, und bleibet nur ein Theil davon eingetaucht. Derowegen ist klar, daß die Cörper von leichterer Art als das Wasser oder eine andere flüßige Materie sich in derselben nur eintauchen und wenn sie gantz hinunter gestossen werden, wieder in die Höhe steigen.

Cörper, die leichter sind als das Wasser und in ihm eingetauchet, wägen gantz mit ihm.

§. 196. Es wird wohl niemand zweifeln, daß, wenn ein Cörper, der leichter ist als das Wasser, auf ihm lieget und ein Theil davon eingetauchet ist, derselbe mit seiner gantzen Schwere zugleich mit dem Wasser wäget. Unterdessen damit wir es mit Gewisheit annehmen, auch einige Fälle dabey mercken möchten, darinnen man leicht zweifelhaft werden könnte: so habe ich doch nicht für undienlich befunden es durch folgende Versuche zu erläutern. Zu dem Ende habe ich

einen

einen höltzernen Würfel auf der Wage genau abgewogen und das Gewichte bey Seite geleget. Nach diesem habe ich ein Glaß mit Wasser auf die Wage gesetzet und durch Hülfe der Gewichte es mit ihnen in einen wagerechten Stand gebracht. Als ich den Würfel von Holtze in das Wasser geleget, hat die Wage von der Seite einen Ausschlag gegeben. So bald ich aber das Gewichte, welches mit dem Würfel inne stund, auf die andere Wage-Schaale geleget; ist die Wage wieder in ihren vorigen Stand kommen, und demnach ist das Glaß mit Wasser um so viel schwerer worden, als der Würfel gewogen. Ich habe nach diesem den Würfel an einen Faden gebunden, zu welchem Ende oben ein Oehre von Drath gemachet war. Als ich den Faden dergestalt hielt, daß er zwar gantz ausgedehnet war, jedoch der Würfel seine Freyheit behielt sich so viel einzutauchen, als er wolte; so blieb dennoch das Wasser um so viel schwerer als der gantze Würfel wog. Als ich auf eine gleich Weise den Faden an eine Wage band; so sahe man, daß die Wage dadurch nicht im geringsten beschweret ward. §. 181.

§. 197. Hingegen schien es unvermuthet zu seyn, daß, als ich den Würfel im Wasser hinunter stieß, und nicht wieder herauf ließ, sondern er unter dem Wasser blei- Wenn ein leichterer Cörper ins Wasser gestossen

§. 197. wird, nimmet dessen Schwere mehr als um das Gewichte des Cörpers zu.

bleiben muste, dasselbe dadurch viel schwerer ward: denn es gab bald einen grossen Ausschlag. Ich nahm nach diesem eine gläserne Kugel mit einer Röhre, die 278. Gr. wog, und hielt sie bis an die Röhre ins Wasser; so gab das Wasser einen so grossen Ausschlag, daß ich 1 Unzen 3 Dr. 14. Gr. auf die andere Seite der Wage legen muste, ehe sie wieder in wagerechten Stand gesetzet ward. Und demnach wog das Glas mit dem Wasser weit mehr, als wenn ich die Kugel mit der Röhre gantz darein legete. Ich nahm nach diesem eine Lamms-Blase, die ich aufgeblasen und oben feste verbunden hatte. Unerachtet diese gar wenig wog, wie zur Gnüge jedem bekannt ist; so gab es doch einen ungemeinen Ausschlag, als ich sie mit Gewalt ins Wasser stieß, verspürete auch gar ungemein mehr Widerstand als vorhin bey der gläsernen Kugel. Woraus erhellet, daß das Wasser um so viel schwerer wird, je mehr man Kraft anwenden muß, einen Cörper, der leichter als Wasser ist, unter ihm zu erhalten, ingleichen daß man mehr Kraft dazu anwenden muß, je von leichterer Art der Cörper ist.

Wie viel das Wasser schwerer wägt, wenn man

§. 198. Es ist wohl hieraus genungsam zu vermuthen, daß die Kraft, welche angewendet wird den Cörper unter dem Wasser zu erhalten, zugleich mit dem Wasser

ser wäget. Denn wer den Cörper mit Gewalt in das Wasser drucket, der muß so starck drucken, als ihm das Wasser widerstehet, und demnach drucket er so viel gegen das Wasser als Kraft angewendet wird den Cörper darunter zu erhalten. Was aber auf das Wasser drucket, vermehret um so viel seine Schwere als er darauf drucket (§. 180.). Derowegen muß die Schwere des Wassers um so viel vermehret werden als das Gewichte austräget, welches durch diesen Druck auf der Wage-Schaale kan erhalten werden. Man kan es noch auf eine andere Art begreifen. Es ist gleichviel, ob man einen Cörper, der leichter ist als das Wasser, in das Wasser mit der Hand hinein drucket, oder ob man ein Gewichte daran hänget, der ihn hinunter ziehet. Wer daran zweifeln wolte, der kan es versuchen, wie ich gleich mit mehrerem zeigen will. Wenn man an einen Cörper, der leichter ist als das Wasser, ein Gewichte anhänget, der ihn unter das Wasser ziehen kan und mit ihm unter demselben erhält, aber nicht zu Boden gehet; so machet er mit dem Gewichte zusammen einen Cörper, der von einerley Art der Schwere mit dem Wasser ist. Alsdenn aber wäget das gantze Gewichte mit dem Wasser (§. 196.). Derowegen muß auch die Kraft, welche den Cörper hinunter drucket, zugleich mit wägen.

§. 198. einen Cörper, der leichter als dasselbe hinein stösset.

Wird erwiesen.

Damit

§. 198. Wird durch einen Versuch bestätiget.

Damit wir aber dieses alles deutlicher mit unseren Sinnen begreifen möchten; so habe ich es durch folgenden Versuch gezeiget. Ich habe an eine Lamms-Blase ein bleyernes Gewichte gebunden und so lange davon etwas abgefeilet, bis die Blase von ihm gantz unter dem Wasser erhalten ward. Als ich alles zusammen auf der Wage abgewogen, vorher aber auch sowol die Blase mit dem Gewichte, als das Glas mit dem Wasser besonders gewogen hatte; so befand sichs, daß, als die Blase mit dem Gewichte im Wasser war, es so viel mehr wog, als ihre Schwere austrug. Ich druckte nach diesem eben diese Blase mit der Hand unter das Wasser und legte auf die andere Wage-Schaale Gewichte, bis die Wage inne stund, woraus man ersahe, wie viel durch den Druck der Hand das Wasser schwerer ward. Nun ist nicht zu leugnen, daß dieses etwas weniger war, als die Schwere des Gewichtes austrug: allein es kan auch nicht so viel seyn. Denn das Gewichte, welches an die Blase gebunden wird, und sie bis unter das Wasser ziehet, behält im Wasser nicht seine gantze Kraft (§. 178) und kan daher nicht stärcker ziehen, als derjenige Theil der Kraft ist, der ihm übrig verbleibet. Um nun dieses ausser allen Zweifel zu setzen, habe ich das Gewichte noch besonders im Wasser abgewogen, und gefunden,

Zweifel wird benommen.

den, daß es darinnen eben so viel wäget als das Wasser durch den Druck der Hand auf die Blase schwerer wird. Man könnte dieses noch auf eine besondere Art versuchen, wenn man Belieben hätte ein besonderes Instrument dazu verfertigen zu lassen. Es sey ABDC ein Gefässe von Bleche oder (wenn man es dauerhafter haben will und die Kosten nicht scheuet) von Meßinge. An den Boden des Gefässes CD ist eine kleine Rolle G von Meßing befestiget, die der Röhre EF um so viel näher ist, daß der Faden LG in die Mitte des Gefässes kommet: denn so hat der Cörper I desto besser Raum. In der Röhre DE ist gleichfalls in H eine Rolle befestiget, welche bis in ihre Mitten gehet, damit der Faden sich durch die Röhre bequem durchziehen lässet und nirgends durch Reiben einen Widerstand verursachet. Die Röhre EF wird so hoch wie das Gefässe gemacht, damit das Wasser nicht heraus laufen kan (§. 20.): aber nicht gar zu enge, damit man den Faden bequem durchziehen kan. Damit der Faden durch die Rollen G und H sich ziehen lässet, so wird die untere Röhre DE weit gemacht und die kleinere RE entweder angeschraubet, oder daran befestiget, wie wir oben in einem andern Falle die Röhre an ein meßingenes Gefässe feste gemacht (§. 53.). An dem Faden GL ist

§. 198.

Tab. XVI. Fig. 95.

Besonderes Instrument zu diesem Versuche.

eine

§. 198. ein Hacken daran man den Cörper hängen kan, den man unter das Wasser tauchen will: hingegen von der anderen Seite ein Rincken, den man an den Hacken einer Wage hänget und dadurch zugleich verhindert wird, daß sich der Faden nicht durch die Röhre KF durchziehet, weil es beschwerlich ist ihn durch die Rollen G und H zu bringen. Wenn man nun den Rincken M in die Wage einhänget und in den Hacken L den Cörper I, den man untertauchen will; nach diesem das Gefässe mit Wasser erfüllet; so darf man nur die Wage-Schaale N mit so viel Gewichte beschweren, bis der Cörper gantz unter dem Wasser ist; so erkennet man dadurch, wie viel Kraft erfordert wird ihn unter das Wasser zu drucken und im Wasser zu erhalten. Und weil das Wasser so viel Kraft anwendet ihn in die Höhe zu treiben, als erfordert wird ihn darunter zu erhalten: so weiß man dadurch zugleich, wie viel Kraft das Wasser anwendet den Cörper in die Höhe zu treiben.

Leichte Cörper heben schwere im Wasser in die Höhe.

§. 199. Gleichwie eine Kraft, welche schwächer drucket, als das Wasser ihr widerstehet, die Blase oder einen andern leichten Cörper nicht unter das Wasser bringen kan; so kan auch ein Gewichte, welches nicht so starck ziehen kan, als das Wasser dem leichten Cörper widerstehet, wenn er untergetaucht werden soll, ihn nicht unter dem Was-

Waſſer erhalten. Zu dem Ende habe ich folgenden Verſuch angeſtellet. Ich habe in ein Gläßlein mit einem engen Halſe Queckſilber gefüllet und oben eine Lammis-Blaſe feſte angebunden, die gantz zuſammen gedrucket war. Dieſe habe ich zuſammen in ein Cylindriſches Glaß mit Waſſer geleget, welches etwas unter einem Schuhe hoch war. Das Glaß habe ich auf den Teller der Luft-Pumpe geſetzet und nachdem ich die Glocke darüber gedecket, die Luft gewöhnlicher maſſen ausgepumpet. Als dieſes geſchahe, hat ſich die Luft ausgebreitet, und die Blaſe aufgeblaſen (§. 83.). Endlich iſt ſie in die Höhe gegangen und hat das Glaß mit gehoben, ſo daß es zugleich mit der Blaſe geſchwommen. Hieraus iſt demnach klar, daß eine aufgeblaſene Blaſe Kraft hat einen ſchweren Cörper im Waſſer in die Höhe zu heben. Ich habe es auch ſonſt noch auf andere Weiſe verſucht. In einer Schweins-Blaſe habe ich ein wenig Luft gelaſſen und ſie feſte verbunden, damit nichts davon heraus konnte. Dieſe Blaſe habe ich an ein Gewichte gebunden und ſie um daſſelbe von der einen Seite herum geſchlagen, daß es im Waſſer darauf geſtanden. Als ich wie vorhin die Luft ausgepumpet, hat die Luft in der Blaſe ſich ausgebreitet (§. 83), wodurch nicht allein ſie ſich unter dem Gewich-

§. 199. Beſchreibung des Verſuches.

Noch ein anderer Verſuch.

te

§. 199. te hervorgezogen, sondern auch endlich wie vorhin in die Höhe gegangen und das Gewichte mit sich in die Höhe gehoben. Woraus zugleich erhellet, daß das Wasser nicht so starck drucket als die ausdehnende Kraft der eingeschlossenen Luft. Die Blase und das Gewichte zusammen machen mit einander einen Cörper aus. Wenn nun dieselbe so sehr aufgeblasen wird, daß sie und das Gewichte zusammen einen grösseren Raum einnehmen, als das Wasser, welches mit ihnen einerley Schwere hat; so ist es eben so viel, als wenn sie zusammen ein Cörper wären, der von leichterer Art ist als das Wasser. Da nun dergleichen Cörper nicht unter dem Wasser verbleibet, sondern darinnen in die Höhe steiget; so muß auch die Blase mit dem an ihr hangendem Gewichte in die Höhe gehen. Wenn man eine Schweins-Blase zu dem Versuche brauchen will; so muß man ein weites und hohes Glas darzu haben, denn sonst langet sie mit dem Gewichte bis auf den Boden und kan es nicht heben. Und hieraus ist zugleich klar, warum Materien von schwererer Art, als das Wasser oder eine andere flüßige Materie ist, im Wasser oder der andern flüßigen Materie schwimmen, wenn sie hohl gemacht werden: wovon bald noch etwas umständlicher erinnert werden soll. Wir können aber aus den bisherigen Versuchen

Erklärung des Versuches.

§. 199. Warum die Blasen unter dem Wasser so viel vermögen.

ſuchen gar leicht ermeſſen, daß die Blaſen gar viel ausrichten können. Denn da es unmöglich iſt, daß ein Cörper, der im Waſſer eingetaucht, eher ruhen kan, als bis er ſo viel Raum einnimmet, als das Waſſer, welches ihm an Schwere gleich iſt, maſſen es alsdenn eben ſo viel iſt, als wenn an ſeiner ſtatt Waſſer wäre; ſo muß er mit ſo vieler Kraft in die Höhe getrieben werden, als die Schwere des Waſſers, welches mit ihm einerley Raum erfüllet, ſeine Schwere überſchreitet. Z. E. Wenn er einen Cubic-Schuh groß iſt, ſo wird er mit ſolcher Kraft in die Höhe getrieben, als ein Cubic-Schuh Waſſer ſchwerer als er iſt. Wir wollen ſetzen, eine Ochſen-Blaſe, die ſtarck aufgeblaſen iſt, nehme nur den vierten Theil von einem Cubic-Schuhe ein. Da ihre Schwere gegen die Schwere des Waſſers vor nichts zu achten; ſo wird dieſelbe von ſo vieler Kraft in die Höhe getrieben, als der vierte Theil von einem Cubic-Schuh Waſſer wieget. Ein Cubic-Schuh Waſſer wieget wenigſtens 64 Pfund (§. 7.). Derowegen wird die Blaſe durch eine Kraft von 16 Pfunden in die Höhe getrieben, und gilt demnach gleichviel, ob ich einen Cörper, der unter dem Waſſer lieget, mit einem Gewichte von 16 Pfunden in die Höhe ziehe, oder eine ſolche Blaſe anhänge Wenn wir acht ſolche Blaſen an einen Cörper bin-

§. 199 den, der unter dem Wasser lieget; so ist es eben so viel, als wenn man 128 Pfund brauchte ihn in die Höhe zu ziehen. Wolte man 16 Blasen von der Grösse, wie sie angenommen ist, dazu brauchen; so wäre es eben dieses als wenn man 256 Pf. anwendete ihn in die Höhe zu bringen. Und hieraus siehet man, daß man gar grosse Lasten unter dem Wasser ohne Mühe in die Höhe bringen kan, wenn man nur unten viel Blasen daran bindet. Einzele Blasen kan man leicht hinunter bringen, indem eine von der Art, wie wir sie angenommen, nur 16 Pfund Kraft erfordert sie hinunter zu ziehen: wenn aber nach diesem viele zusammen kommen, so vermögen sie was ansehnliches auszurichten. Man hat aber wohl zu erwegen, daß, da ein Cörper im Wasser viel weniger wieget, als in der Luft (§. 178), man durch Blasen um so vielmehr ausrichten kan, je näher die Schwere des Cörpers zu der Schwere des Wassers kommet. Z. E. Eisen verlieret bey nahe den achten Theil von seiner Schwere im Wasser (§. 191.). Wenn demnach 80 Pfund Eisen im Wasser lägen, brauchte man nur 70 Pfund sie zu bewegen. Wenn man an diese 80 Pfund fünf Blasen bände, die von der vorigen Grösse wären, so könnten sie 80 Pfund ziehen. Und demnach würden sie mit der Last von 80 Pfund

Wozu man sie brauchen kan.

Erinnerung.

Eisen

Eisen sehr schnelle in die Höhe fahren. Denen, welche mit gegenwärtigen Versuchen nicht umgegangen, scheinet die Sache fast unglaublich zu seyn: allein sie ist in der Vernunft und Erfahrung gegründet. §. 199.

§. 200. Da ein Gewichte unter 16 Pfunden eine aufgeblasene Ochsen-Blase, die den vierten Theil eines Cubic-Schuhes einnimmet, nicht gantz unter das Wasser tauchen, vielweniger mit ihr untersincken kan; so kan sie auch einen Cörper, der nach Abgange seines Gewichtes im Wasser bis 16 Pfund übrig behält, nicht untersincken lassen. Und aus dieser Ursache sehen wir, daß diejenigen, welche wollen schwimmen lernen, durch Blasen, die sie unter die Armen gebunden, sich auf dem Wasser erhalten, und wider die Gefahr zu ersaufen beschützen. Ob gleich der Mensch sehr schwer ist, so verlieret er doch gar viel von seinem Gewichte, indem er grösten Theils aus Materie bestehet, die nicht viel schwerer ist als das Wasser, auch über dieses hin und wieder viel Höhlen hat, die bloß mit Luft angefüllet sind. Und daher kan er mit wenigen Blasen erhalten werden, daß er nicht untersincket. Unterdessen siehet man hier auch einen Weg zu erforschen, den wie vielten Theil von seiner Schwere der menschliche Cörper im Wasser verlieret. Wenn man nemlich so viel Blasen an ihn hänget,

Warum Blasen nicht untersincken lassen.

Warum ein Mensch mit wenigen erhalten werden kan.

Wie man findet, wie viel unser Leib im Wasser von seiner Schwere verlieret.

§. 200. bis er sich nicht weiter untertauchet, als bis an den Kopf, damit er vor der Gefahr zu ersaufen sicher ist, und suchet nach diesem die Kraft des Wassers, welche den Blasen widerstehet (§. 198), so weiß man die Schwere, welche der Cörper im Wasser übrig behält, ob zwar nicht gantz genau, jedoch bey nahe, weil noch etwas von der Schwere des Kopfes abgehen würde, wenn man ihn untertauchte. Man könnte auch die Schwere von anderem Fleische mit Knochen untersuchen, die es im Wasser übrig behält, und nach diesem wahrscheinlich auf den menschlichen Cörper schlüssen: welche Wahrscheinlichkeit dadurch sich rechtfertigen lässet, wenn man die Kraft des Wässers zugleich untersuchet (§. 198.), welche die Blasen mit ihm nicht wollen hinunter lassen.

Warum todte Cörper, die versuncken, vor sich in die Höhe kommen können.

§. 201. Man erkennet ferner aus dem, was bisher beygebracht worden, wie es möglich ist, daß ein Mensch untersincket, wenn er ersäuft, und nach einigen Tagen wieder in die Höhe kommet. Es ist nemlich bekannt, daß, wenn todte Leichname anfangen zu faulen, eine Gährung in den Säften entstehet, welche die fleischichten Theile des Leibes erfüllen. Die Gährung treibet alles weiter aus einander, und machet, daß der Leichnam mehr Raum einnimmet, als vorhin. Daher kan es geschehen, daß er nun

von

von leichterer Art wird, als das Waſſer, ob er gleich Anfangs von ſchwererer Art war. Derowegen weil ein Cörper, wenn er leichter wird als das Waſſer, nicht unter dem Waſſer bleiben kan (§. 195.): ſo muß alsdenn auch der todte Leichnam ſich heben und in die Höhe gehen, bis er oben auf dem Waſſer ſchwimmet, oder nur ein Theil davon hervor raget. Man wird dannenhero auch befinden, daß, wenn ein todter Leichnam, der unter dem Waſſer gelegen, wieder vor ſich in die Höhe kommet, das Fleiſch überall ſehr aufgelaufen ausſiehet, welches man abſonderlich im Geſichte am leichteſten wahrnehmen kan. §. 201.

§. 202. Ich habe auch gewieſen, daß einige Cörper in einer flüßigen Materie ſchwimmen, in einer andern aber unterſincken. Zu dem Ende habe ich eine Kugel von gemeinem Wachſe gemacht, welches ich von einem gelben Wachsſtocke abgezogen. Dieſe Kugel blieb im Waſſer ſchwimmen, hingegen im ſpiritu vini ſanck ſie unter. Hieher gehöret auch die bleyerne Kugel, welche im Queckſilber ſchwimmet (§. 192), ob ſie gleich im Waſſer unterſincket (§. 193.). Die Urſache iſt aus dem vorhergehenden leicht zu erſehen. Waſſer iſt von ſchwererer Art als der ſpiritus vini, das iſt, ein Cubic-Zoll Waſſer wäget mehr als ein Cubic-Zoll ſpiritus vini. Es gehet demnach

Warum einige Cörper in einer flüßigen Materie unterſincken, in der andern ſchwimmen.

§. 202. wohl an, daß ein Cubic-Zoll von einer gewissen Art Materie, z. E. vom Wachse, kan leichter seyn als ein Cubic-Zoll Wasser, und doch schwerer als ein Cubic-Zoll spiritus vini, oder auch schwerer als ein Cubic-Zoll Wasser, hingegen leichter als ein Cubic-Zoll Queckſilber, wie das Bley und die meiſten Metalle (§. 192). Und demnach muß dieſelbe Materie im Waſſer ſchwimmen, hingegen im ſpiritu vini unterſincken; oder im Waſſer unterſincken, und im Queckſilber ſchwimmen. Aber eben weil dieſes geſchiehet, ſo ſiehet man daraus, daß feſte Materien, die ſich ſchmeltzen laſſen, als wie Wachs, doch können leichter ſeyn als einige flüßige Materien, ob man gleich in ihnen keine Höhlen verſpüret, die von Luft erfüllet ſind, wie oben bey dem Holtze (§. 161.) und Leder (§. 163.).

Warum einige Cörper ſchwimmen, die unterſincken ſollen.

§. 203. Wenn ich die wächſerne Kugel etwas groß und durch Feilſtaub von Eiſen ſo ſchwer machte, bis ſie in dem Waſſer unterſincken konnte, ſo fand ich doch daß ſie ſchwimmen blieb, wenn ich ſie ſanft auf das Waſſer legete. Eben dergleichen geſchahe mit kleineren Kugeln von rothem Wachſe, die ſonſt im Waſſer unterſincken (§. 193.). Die Urſache zeigte gleich der Augenſchein, als ich genau darauf acht hatte. Denn man ſahe, daß das Waſſer nicht rings herum die Kugeln genau berührete, ſondern

§. 198.

sondern an einigen Orten zwischen ihnen und dem Wasser einige Höhlen verblieben, darinnen nothwendig Luft war (§. 80.). Derowegen war es eben so viel, als wenn man an die wächserne Kugeln Blasen gehangen hätte. Da nun nicht viel und grosse Blasen erfordert werden, wenn sie einen Cörper, der nicht viel schwerer ist als das Wasser, von dem Untersincken befreyen sollen (§. 199.), die wächserne Kugeln aber der Schwere des Wassers sehr nahe kommen, wie man auch selbst in dem Versuche wahrnehmen konnte, indem sie nach diesem, als sie anfiengen zu sincken, gar langsam zu Boden gingen: so ist kein Wunder, daß dadurch die Kugeln im Wasser erhalten worden und nicht untersincken konnten. So bald ich gedachte Kugeln mit dem Finger unter das Wasser stieß; giengen sie auf gehörige Weise zu Boden. Die Ursache war gehoben, warum sie schwammen und nicht untersincken konnten. Da nun dieses weiter nicht gehindert ward, muste es auch also erfolgen.

Warum schwere Cörper in die Höhe steigen.

§. 204. Als ich das Glas mit Wasser, darinnen eine kleine Kugel von dem rothen Wachse lag, an das Fenster setzte, hiengen sich nach und nach einige kleine Bläselein daran. Endlich stieg die Kugel im Wasser in die Höhe, und blieb oben schwimmen, so lange als die Bläselein daran verblieben: hin-

§. 204. gegen so bald als sie wieder verschwunden, fiel die Kugel wieder auf den Boden zurücke. Ein jeder siehet leicht, daß die kleinen Bläselein, die sich an einen kleinen Cörper hängen, eben so viel ausrichten müssen als die grossen Blasen, die man an einen versunckenen grossen Cörper bindet. Derowegen da diese denselben in die Höhe heben, bis er oben auf dem Wasser schwimmet (§. 199.); so müssn auch jene ein gleiches verrichten. Und hieher gehöret, daß, wenn ein schwerer Cörper unter dem Wasser lieget, und, indem die Luft ausgepumpet wird, viel Blasen sich rings herum an ihn anhängen, derselbe in die Höhe steiget, so lange die Blasen daran hangen bleiben, hingegen wieder zurücke fället, so bald sie sich davon absondern. Dergleichen haben wir oben von den Abricosen-Kernen angeführet (§. 166.). Ich habe auch eine breite Scheibe von rothem Wachse gemacht, doch nicht gantz eben, und sie auf das Wasser geleget; so ist sie nicht unter gesuncken. Wenn ich sie aber nach der Seite gebogen: so hat man gesehen, daß einige Blasen hervor fuhren, und sie ist alsdenn unter gesuncken. Nemlich weil dieses Wachs nicht viel schwerer ist als das Wasser; so kan ein wenig Luft es leichter machen und ist abermahls so viel als wenn man eine aufgeblasene Blase daran gehangen hätte, die den Fall im Wasser hinderte (§. 199.).

§. 205.

§. 205. Wir erkennen auch aus dem bisherigen zur Gnüge, wie hohl ein Cörper seyn müsse, daß er im Wasser schwimmen kan, da sonst die Materie, daraus er bestehet, darinnen untersincket. Nemlich weil ein Cörper schwimmet, der weniger wieget als das Wasser, das eben so viel Raum einnimmet, wie er (§. 196.); so muß man ihn so hohl machen, daß mehr Wasser hinein gehet, als er wieget. Z. E. Ich verlange, daß zwey Pfund Eisen schwimmen sollen; so muß eine Höhle darein kommen, die 2 Pfund oder 14992 Gran (§. 4.) Wasser und etwas darüber fasset. Da nun 495 Gran einen Cubic-Zoll ausmachen (§. 7.); so muß die Höhle 31 Cubic-Zoll betragen. Würde nun ein Würfel daraus gemacht; so bekäme die innere Seite bey nahe $3\frac{1}{10}$ Zoll (§. 215. Geom. et §. 103. Arithm.): verlangte man hingegen eine Kugel, so müste der Cubus diametri 59236 Cubic-Linien (§. 232. Geom. et §. 113. Arithm.) und also der Diameter im Lichten nicht viel unter 4 Zollen seyn (§. cit.). Man kan auch dieses durch Versuche bestätigen. Man nehme eine gläserne Kugel, die im Wasser schwimmet, und fülle sie mit Wasser. Nach diesem giesse man das Wasser in die eine Wage-Schaale und auf die andere lege man die Kugel: so wird man finden, daß das Wasser einen Ausschlag giebet,

§. 205. Beschaffenheit hohler Cörper, die im Wasser schwimmen.

Mathematischer Beweis.

Versuch.

§. 205. und zwar um so vielmehr, je schwerer die Kugel unter das Wasser zu bringen ist.

Cörper, der schwimmet, wenn er groß ist, aber untersincket, wenn man ein Stücke davon nimmet.

§. 206. Ich habe auch gewiesen, welches anfangs unglaublich zu seyn scheinet, daß es möglich sey einen Cörper zu machen, der im Wasser untersincket, wenn er klein ist, aber um so viel schneller in die Höhe steiget, je grösser man ihn machet, unerachtet man ihn kleiner machet, indem ein Stücke davon genommen wird, und das übrige unverändert bleibet, oder auch vergrössert, indem man mehrere von der Art, daraus er bestehet, hinzu setzet. Denn sonst wenn der Cörper einmal so viel Materie behielte, als wie das andere, hingegen nur die Grösse geändert würde, daß dieselbe Materie einmal mehr Raum einnähme, als das andere; so wäre es einerley mit dem, was wir in vorigen Versuchen (§. 199) gezeiget.

Beschreibung des Versuches.

Nemlich ich habe einige Stücklein Eisen in eine wächserne Kugel versteckt; so ist sie dadurch schwerer worden, als das Wasser, und in ihm zu Boden gegangen, wie auch schon oben angemercket worden (§. 193.). Wenn ich mehreres Wachs dazu genommen, und die Kugel grösser gemacht, so ist sie nicht auf dem Boden liegen blieben, sondern um so viel schneller in die Höhe gestiegen, je mehr ich sie durch den Zusatz von Wachse vergrössert. Hingegen wenn ich Wachs davon genommen

und

und sie kleiner gemacht, als sie anfangs war; so ist sie um so viel geschwinder zu Boden gegangen, je mehr ich Wachs davon genommen. §. 206.

Das Wachs ist leichter als das Wasser (§. 202.); das Eisen hingegen schwerer (§. 188.). Derowegen da Wachs und Eisen hier bloß nach ihrer Schwere zu betrachten sind; so erhellet aus gegenwärtigem Versuche, daß man aus zwey Materien, deren eine schwerer war, die andere aber leichter ist als eine flüßige Materie, einen Cörper zusammen setzen könne, der leichter wird als die flüßige Materie, wenn man von der leichteren mehr hinzu thut; hingegen schwerer, wenn man etwas davon nimmet. Und dieses lässet sich auch aus dem vorhergehenden beweisen. Wir wollen der Deutlichkeit halber den Beweis auf die Materien unseres Versuches ziehen. Das Eisen verlieret von seiner Schwere im Wasser bey nahe den achten Theil (§. 191.). Wenn ich demnach 8 Gran Eisen hätte; so blieben von seiner Schwere 7 Gran im Wasser übrig. Nimmet man nun ein Stücke Wachs, welches weniger als 7 Gr. leichter ist als das Wasser, z. E. nur 4 Gr. so ist das Wachs und Eisen zusammen um 3 Gr. noch schwerer als das Wasser, und muß dahero im Wasser untersincken. Weil ein jedes Stücke Wachs leichter ist als Wasser, und zwar

Ursache desselben.

Beweis des hier zu behauptenden Satzes.

Theile

§. 206. Theile von gleicher Grösse gleichviel leichter sind; so darf man nur noch einmal so viel Wachs dazu nehmen, als man anfangs hatte, und dann wird das Wachs um 8 Gr. folgends Wachs und Eisen zusammen um 1 Gr. leichter seyn als das Wasser, und kan daher nicht mehr unter ihm verbleiben. Kommet noch halb ein so grosses Stücke hinzu, so wird es noch um 4 Gr. folgends die Materie zusammen um 5 Gr. leichter als das Wasser und nimmet dannenhero die Art der Schwere ab, indem die Grösse zunimmet.

Instrument die Art der Schwere in flüßigen Materien zu erforschen.

§. 207. Was wir bisher von denen Cörpern beygebracht, die von leichterer Art sind als eine flüßige Materie, darein man sie tauchet, hat zu Instrumenten Anlaß gegeben, dadurch man die Art der Schwere der flüßigen Materien erforschen, auch gar genau abmessen kan, welche man *Araeometra* zu nennen pfleget. Das gemeineste davon ist folgendes. AB und BC sind zwey gläserne Kugeln, die in B an einander sind, und da aus der grossen inwendig eine Eröfnung in die kleinere gehet. CD ist eine gläserne Röhre, die durch angeschmelzte Kügelein oder Knöpflein in gleiche Theile eingetheilet ist. Die kleinere Kugel AB wird zum Theil mit kleinem Bley-Hagel, den man durch die Röhre CD durchbringen kan, erfüllet, damit nicht allein das Instrument

Tab. XVII. Fig. 96. Beschreibung des gemeinen Araeometri.

ſtrument ſich auch in der leichteſten Materie bis über die groſſe BC eintauchet, ſondern auch darinnen aufgerichtet ſtehen bleibet. Damit der Bley-Hagel nicht heraus kan; wird die Röhre oben zugeſchmeltzet. Es wird auch oben in D ein gläſernes Oehre angeſchmeltzet, damit man das Inſtrument bequem aufhängen kan. §. 207.

Verſuche, ſo damit angeſtellet worden.

Als ich dieſes Inſtrument in verſchiedene Materien brachte, die flüßig waren, hat es ſich in einer immer mehr eingetauchet, als in der anderen. Z. E. im Waſſer täuchte es ſich vielweniger ein, als im ſpiritu vini: im Saltz-Waſſer vielweniger als im ſüſſen Waſſer. Nun iſt der ſpiritus vini von leichterer Art als das Waſſer, und das Saltz-Waſſer von ſchwererer Art als das ſüſſe Waſſer, und demnach ſahe man auch aus dieſem Verſuche, daß ſich das Inſtrument mehr eintauchet in einer Materie von leichterer Art, hingegen weniger in einer Materie von ſchwererer Art, folgends daß man dadurch erforſchen könne, ob eine flüßige Materie ſchwerer und dichter ſey als eine andere, z. E. als Waſſer.

Erklärung derſelben.

Man kan es auch begreifen, daß es ſo und nicht anders ſeyn müſſe. Wir wiſſen nemlich, daß ein Cörper ſich in einer flüßigen Materie ſo tief eintauchet, bis die Materie, die er aus ihrem Raume vertreibet, ſo viel als er wieget: denn auf ſolche Weiſe wird für ihre Schwere wieder ſo

viel

§. 207. viel Schwere in die Stelle geſetzet, und dadurch der wagerechte Stand im Waſſer erhalten, indem es in Anſehung der Schwere gleichviel iſt, als wenn man kein Waſſer aus ſeinem Raume vertrieben hätte. Es iſt wieder ſo viel hinkommen, als man weggenommen, und daher alles, was von der Schwere herrühret, in ſeinem vorigen Stande verblieben. Wenn eine Materie von einer ſchwereren Art ſo viel wieget, wie das Inſtrument, ſo nimmet ſie weniger Raum ein, als die von einer leichteren Art, die eben ſo viel wieget wie dieſes Inſtrument. Derowegen muß es ſich in einer Materie von leichterer Art tiefer eintauchen, als in einer von ſchwererer Art. Unerachtet man nun aber gleich vermittelſt deſſelben Inſtrumentes ausmachen kan, ob eine flüßige Materie ſchwerer und dichter iſt als eine andere; ſo kan man doch dadurch nicht ausmachen, wie viel eine ſchwerer und dichter iſt als die andere. Derowegen hat man noch auf andere Inſtrumente gedacht, dadurch man es genauer ausmachen kan.

Unvollkommenheit dieſes Aräometri.

Ein anderes Inſtrument die Schwere der flüßigen Materien abzumeſſen.

§. 208. Wenn ein Cörper, der leichter iſt als eine flüßige Materie, gantz eingetauchet wird; ſo wieget ſo viel von der flüßigen Materie, als mit ihm einerley Raum erfüllet, eben ſo viel als die Schwere deſſelben Cörpers, und die Kraft, welche ihn einzutauchen erfordert wird, zuſammen genommen.

men. Und auf diesem Grunde beruhet das Araeometrum, welches der gelehrte Minorite, Ludwig Feuillee, auf seiner Reise nach America und West-Indien, die er zur Aufnahme der Wissenschaften auf Befehl des Königes in Franckreich A. 1707. bis 1712 vorgenommen, zu Untersuchung hauptsächlich des See-Wassers, als welches nicht überall gleich saltzig befunden wird, gebrauchet. Es bestehet dasselbe, wie das vorige, aus zwey gläsernen Kugeln, einer grössern AB und einer kleinern BC, die beyde offen sind, wo sie einander berühren. Sie werden etwas groß und von starckem Glase gemacht, damit man auch einen geringen Unterscheid leicht mercken, hingegen das Instrument nicht zerbrechen kan, wenn ihm nicht grosse Gewalt widerfähret. In die kleine Kugel BC wird Quecksilber gegossen, so viel nöthig ist, das Instrument im Wasser aufgerichtet zu erhalten. Die Röhre ED ist kurtz und eben in D zugeschmeltzet, damit das Quecksilber nicht verschüttet wird, wenn man das Instrument ausser dem Gebrauche hinleget. Man könnte sie auch in Meßing einfassen lassen, wenn man besorgete, daß sich etwan die Spitze abstossen liesse: wiewohl man dabey acht zu geben hat, daß sie dadurch nicht zu schwer wird, und nach diesem in leichten flüßigen Materien sich zu tief eintauchet. Es kan aber dieses leicht

§. 208.

See-Wasser ist nicht überall gleich saltzig.

Tab. XVII. Fig. 97. Beschreibung des Instrumentes.

§. 208. leicht verhütet werden, wenn man nur die Kugel EB weit genung machet. An der Röhre ED wird in E ein Zeichen gemacht, damit man weiß, wie weit sich das Instrument im Wasser eintauchen muß: denn wenn man die Schwere verschiedener flüssigen Materien, die man dadurch gefunden, mit einander vergleichen, und daraus die Verhältniß ihrer Schwere gegen einander bestimmen will; so muß es einmal nicht weiter, noch weniger als das andere eingetauchet werden. Weil nun dieses Instrument so zugerichtet, daß es auch in der allerleichtesten flüßigen Materie, die man abzuwägen bekommet, durch seine eigene Schwere nicht gantz eingetauchet wird; so hat man Gewichte dazu nöthig, die es so weit hinein stossen, als nöthig ist. Zu dem Ende werden Gewichte von einem und mehreren Granen, auch drachmis und Untzen, nachdem man es in Ansehung der anzustellenden Versuche und nach Beschaffenheit des Instrumentes nöthig zu seyn erachtet, aus Meßinge wie eine runde Platte KL verfertiget, die mitten ein Loch hat, damit man es an die Röhre DE stecken, und dadurch das Instrument beschweren kan. Dieses Loch muß nicht weiter seyn, als daß es in der Röhre, die von unten herauf immer enger wird, über dem Wasser stecken bleibet und nicht weiter als bis etwan in F herunter fället,

Beschaffenheit der Gewichte.

fallet, da das Instrument bis in E eingetauchet wird. Man kan auch diese Gewichte mit lauter Granen bezeichnen, damit man nicht erst die Untzen und drachmas zu Granen machen darf, wenn man die Schwere verschiedener Materien mit einander vergleichen will. Die Schwere des gantzen Gewichtes muß auch in Granen genau erforschet werden, und, wenn man etwas von Meßinge daran hat, kan man es darauf stechen, daß man es besser behält. Der Gebrauch dieses Instrumentes ist aus dem zu ersehen, was wir bereits davon beygebracht haben. Weil es sich in keiner flüßigen Materie genau eintauchet; so setzet man zwar anfangs dasselbe darein, damit man siehet, ob es noch weit darüber heraus gehet oder nicht, und man also viel oder wenig Gewichte noch nöthig hat, wenn man es völlig eintauchen will; nach diesem stecket man oben in die Röhre so viel Gewichte hinein, bis es sich so weit eintauchet, als nöthig ist. Wenn man nun zu der Schwere des Instrumentes das Gewichte addiret, welches man noch dazu nehmen müssen, ehe es genung eingetauchet ward; so weiß man, wie viel ein Theil von der flüßigen Materie wieget, die eben so viel Raum einnimmet, als das Instrument. Da nun dasselbe jederzeit gleich viel eingetauchet wird, so zeigen die Versuche, welche mit verschiedenen flüßigen Ma-

§. 208

Gebrauch des Instrumentes

§. 208. terien gemacht werden, das Gewichte dieſer Materien unter einerley Gröſſe, und daher weiß man, wie die Schweere der einen ſich zu der Schwere der andern, folgends auch die Dichtigkeit der einen zu der Dichtigkeit der andern verhält. Feuilée hat mit dieſem Inſtrumente gefunden, daß das Waſſer gegen die Linie zu immer leichter, von der Linie gegen den Süder-Pol zu aber wiederum nach und nach immer ſchwerer wird. Nach ſeinem Inſtrumente war das Waſſer unter dem 36 Grade der nördlichen Breite 2 Untzen 3 dr. 58 Gr. und nahm ab bis zu dem erſten Grade derſelben Breite bis auf 2 Untzen 3 dr. 48. Gr. in dem andern Grade der ſüdlichen Breite war es ſchon wieder 2 Untzen 3 dr. 50 Gr. ob es gleich in dem fünften Grade der nördlichen nur 2 Untzen dr. 49 Gr. hielt, und nahm zu bis zu dem 37½ Grade der ſüdlichen Breite bis 2 Untzen 3 dr. 53 Gr. wie man es in den Leipziger Actis (a) in einer Tafel bey einander findet. Man ſiehet aber daſelbſt, daß die Schwere eben nicht in der Proportion ab- und zunimmet, wie die Breite ab- und zunimmet. Das Gewichte des guten Waſſers hat er niemahls höher als 2 Untzen 3 dr. 17 Gr. gefunden. In einigen Orten hat er auch das Waſſer in den Flüſſen,

Wie die Schwere des Waſſers zur See ab- und zunimmet gegen die Linie und Pole.

Schweere des Brunnen- und Regen-Waſſers.

a) Acta Erud. A. 1715. p. 189. 190.

sen, ieglichen das Regen-Wasser von der selben Schwere gefunden. Dergleichen Instrument ist sehr bequem, sonderlich auf Reisen, weil man es leicht bey sich führen kan, auch, da die Schwere des Instrumentes mit dazu gerechnet wird, wenn man das Gewichte des Wassers oder einer anderen flüßigen Materie wissen will, nicht viele Gewichte nöthig hat, die Gewichte über dieses selbst wegen ihrer bequemen Figur in einem engen Raume sich verwahren, und daher leicht fortbringen lassen. Der Gebrauch des Instrumentes erfodert gleichfalls nicht viel Mühe und Geschicklichkeit, dergleichen bey andern nöthig, wo man eine Wage dabey brauchet. §. 208. Vortheil des Instrumentes.

§. 209. Dessen ungeachtet wollen wir gleichwohl noch eine andere Art von diesen Instrumenten beschreiben, welche der berühmte und geschickte Mechanicus in London Hauksbee erfunden, und von Herr Leupolden in Leipzig verfertiget wird. Zu diesem Instrumente gehöret anfangs eine Wage ABCD mit ihrem Gestelle. Der Wage-Balcken ist mit der Versichtigkeit verfertiget, wie oben (§. 117.) bey der Schnell-Wage, damit sie einen schnellen Ausschlag giebt, weil hier sonderlich daran gelegen ist, daß man auch, wenn die Wage beschweret worden, dennoch den Unterscheid eines Granes bemercken kan. Das Noch ein anderes Instrument. Tab. XVII. Fig. 98. Beschreibung der Wage.

§. 209. Zünglein CD gehet unter sich, und spielet an einen Perpendicul CE, welcher oben frey an dem Gestelle hänget. Denn da er als ein schwerer Cörper, das Instrument mag stehen wie es will, jederzeit so hänget, daß die Linie, welche man mitten darauf gezogen hatte, den Horizont perpendicular durchschneidet; so stehet (§. 64. Mech.) die Wage inne, wenn das Zünglein die Linie auf dem Perpendicul berühret. Weil aber das Zünglein einige Dicke hat, damit es nicht bald verborgen wird, und man daher nicht genau bemercken kan, ob es recht inne stehet oder nicht; so lässet man lieber unten an dem Ende der Linie auf dem Perpendicul einen kleinen Stift machen, der auf ihm perpendicular stehet, und die Spitze des Züngleins daran spielen. Soll man den Ausschlag leicht mercken; so muß das Zünglein nicht gar zu kurtz seyn (§. 1.). In meinem Aræometro ist die Länge des Züngleins von dem Mittel-Puncte der Axe angerechnet, darum es sich mit dem Balcken beweget, 2 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie: Die Länge des gantzen Wage-Balckens 6 Zoll und 3 Linien, und also über einen halben Rheinländischen Schuh, den wir zum Behuf unserer Versuche in 10 Zolle eingetheilet (§. 2.). Der Fuß in dem Gestelle FG wird aus Holtze gedrechselt, und so hech gemacht, als man es bequem zu seyn erachtet, daß man unter die Wage das Glas mit der flüßi-

Vorsichtigkeit bey dem Zünglein.

Beschreibung des Gestelles.

flüßigen Materie setzen kan, auch dieses aufstehet, indem sich der Cörper gantz eintauchet, den man im Wasser abwieget, und die Wage inne stehet. Jedoch weil man es nicht so jederzeit haben kan: so wird der obere Theil des Gestelles H E von Eisen gemacht, die Säule an dem Fusse F G hingegen ausgehöhlet, damit man ihn nach Belieben erhöhen und wieder erniedrigen kan. Zu dem Ende wird auch oben die Säule in G mit einer meßingenen Hülse versehen, daran in O eine Mutter gelöthet, wo vermittelst der Stell-Schraube I der eiserne Theil des Gestelles H G befestiget wird, nachdem man ihn erhöhet. Es ist wohl wahr, daß man mit der Hand das Glas erhöhen und erniedrigen kan: allein weil dadurch der untergetauchte Cörper bald zu weit heraus, bald tiefer hinein kommet, als sichs gehöret, so wird dadurch die Wage in Bewegung gesetzet, und lässet sich die eigentliche Schwere, welche man bis auf einen Gran und darunter zu bestimmen hat, nicht wohl bemercken. Die Wage-Schaalen M N sind von den gewöhnlichen um des besonderen Gebrauches willen unterschieden, wie sichs bald mit mehrerem zeigen wird. Sie sind wie ein runder Teller mit einem erhabenen Rande aus Meßinge gemacht. Im Diameter halten sie 1 Zoll und $6\frac{1}{2}$ Linie. Mitten durch gehet ein Cy-

§. 209.

Beschreibung der Wage Schaalen.

§. 209. linder PQ, daran der Teller feste gelöthet ist, der 1 Zoll 2½ Linie lang, und etwas über eine Linie dicke ist. Oben in P und unten in Q ist ein Oehre, daran Hacken befestiget, mit deren einem man die Schaalen an die Wage hänget. An den untern Hacken wird von der einen Seite der Cörper gehangen, der in der flüßigen Materie abgewogen werden soll; von der andern Seite ein Gewichte, welches mit ihm die Wage hält.

Beschreibung des Gewichtes, darmit man die Schwere der flüßigen Materie abwäget.

Wenn man dieses Instrument gebrauchen will die Schwere und Dichtigkeit der flüßigen Materien auszumachen (als in welcher Absicht wir es hier anführen); so lässet man ein hohles Ey von dickem Glase R machen, und füllet entweder etwas Bley-Schrott oder Queckſilber hinein, bis es so schwer wird, daß es in der schwereſten flüßigen Materie, damit man einen Versuch anzustellen gedencket, untersincket. Oben wird es mit Meßinge eingefasset, damit der Schrott oder das Queckſilber nicht heraus kommen kan. Die meßingene Hülse bekommet in S ein Oehre, darein man ein anders von Drathe machen kan, um den Cörper an den unteren Hacken der Wage-Schaale damit anzuhängen. Man kan dieses Ey etwas groß machen, so nimmet es einen grossen Raum in der flüßigen Materie ein, und lässet sich die Schwere derselben deſto genauer determiniren, weil

man

man in vielem nicht so leichte fehlen kan, als in wenigen. Jedoch da man nicht allzeit viel von einer flüßigen Materie haben kan; so lässet man sich noch kleinere Gläser machen und kleinere Gewichte, die mit ihnen in der Luft iene stehen. Wenn man nun den gläsernen Cörper R mit dem Gewichte in T in wagerechten Stand gesetzet; so bringet man das Glas mit der flüßigen Materie dazu, und setzet es dergestalt, daß der Cörper gantz darinnen eingetaucht wird, wenn die Wage inne stehet: zu welchem Ende man die Wage, wie vorhin angewiesen worden, erhöhet. Weil aber unmöglich ist, daß der gläserne Cörper R in der flüßigen Materie mit dem Gewichte T inne stehen kan, mit dem er in der Luft die Wage hält, indem er einen Theil von seiner Schwere verlieret (§. 178); so muß man auf die Wage-Schaale MN, daran der Cörper R hänget, so viel Gewichte legen, als er von seiner Schwere in der flüßigen Materie verlieret, wenn er sich gantz eintauchen, und mit der Wage-Schaale von der anderen Seite inne stehen soll. Derowegen indem man die Wage-Schaale von dieser Seite mit Gewichten beschweret, bis die Wage inne stehet, und der gläserne Cörper R gantz eingetauchet ist; so zeiget dieses Gewichte an, wie viel er von seiner Schwere in der flüßigen Materie verlohren,

§. 209. Gebrauch des Instrumentes

§. 209. ren, folgends wie schwer so viel von ihr ist, als eben den Raum einnimmet, den der Cörper erfüllet (§. 179.). Man siehet demnach, daß das Gewichte, welches man auf die Wage-Schaale leget um den gläsernen Cörper einzutauchen, die Schwere der flüßigen Materie andeutet, und die Anzahl der Grane bey verschiedenen flüßigen Materien die Verhältniß ihrer Schwere an die Hand giebet. Wenn man nicht allezeit einerley gläserne Cörper dazu brauchet; so muß man ihren Unterscheid durch Abwiegen im Wasser suchen, denn ihre Grössen verhalten sich gegen einander wie die Gewichte, welche erfordert werden sie unter das Wasser zu tauchen. Weiß man einmal die Verhältniß, welche die kleinen Gläser zu dem grossen haben, und den Abgang eines von den kleinen in einer flüßigen Materie; so kan man auch durch die Regel detri (§. 113. Arithm.) bestimmen, wiel viel das Grosse, wenn man es hätte brauchen können, von seiner Schwere würde verlohren haben. Und alsdenn kan man die Schwere aller flüßigen Materien, die man abgewogen, mit einander vergleichen. Man siehet übrigens ohne mein Erinnern, daß man den Abgang der Schwere eines jeden Cörpers, der schwerer ist als eine flüßige Materie, in ihr durch dieses Instrument finden

Was zu thun, wenn man mit dem grossen Gewichte nicht allezeit auskommen kan.

finden kan. Hauksbee b) hat gefunden, daß, wenn das Waſſer 820 Gran wieget, der ſpiritus vini 703½, der Wein-Eßig 824½, das Vitriol-Oel 1510, der Spiritus Nitri 1166, Aqua Regis 987, Scheide-Waſſer oder Aquafort 1157, Aqua Regis von Scheide-Waſſer und Salmiack 1034 Gr. wieget. Ich habe zwar deutlich genung erwieſen, daß das Gewichte, damit die Wage-Schaale beſchweret wird, bis der gläſerne Cörper ſich gantz eintauchet, eben ſo viel austräget, als er von ſeiner Schwere in der flüßigen Materie verlieret: damit man es doch aber auch ſehen möchte, habe ich es auf folgende Art gezeiget. Ich habe den Cörper, der 9 Loth 1½ Quintlein und 9 Gr. wog, an dem Araeometro mit ſo viel Gewichte in wagerechten Stand geſetzet, und als ich ihn ins Waſſer brachte, mit 2 Unzen 4 Dr. und 45 Granen beſchweren müſſen, ehe er ſich gantz eintauchte. Nach dieſem habe ich das Inſtrument bey Seite geſetzet, und ein Glas mit Waſſer auf eine andere Wage gebracht. So bald ich es mit gehörigem Gewichte in wagerechten Stand geſetzet hatte, habe ich den Cörper in das Waſſer gehangen, und mit der Hand den Faden, daran er hing, gehalten: da denn das Waſſer einen Ausſchlag gab, und um ſo viel mehr

§. 209. Schwere verſchiedener Materien.

Der Grund des Gebrauches wird durch einen Verſuch gezeiget.

b) Phyſico - Mechanical Experiments p. m. 292.

§. 209. wug, als der Cörper von seiner Schwere darinnen verlohr (§ 180.). Als ich auf die andere Wage Schaale 2 Untzen 4 dr. 45 Gr. legte, kam die Wage wieder in ihren vorigen Stand, und stund das Zünglein inne. Und also hatte man bey dem Aræometro so viel Gewichte gebraucht den Cörper unter das Wasser zu tauchen, als er von seiner Schwere darinnen verlieret.

Noch ein anderes Aræometrum.

§. 210. Man kan auch zu der Wage in dem vorigen Aræometro solche Wage-Schaalen machen lassen, wie man bey anderen Wagen gebrauchet, und daher auch die Wage nicht allein andere Sachen, die kleine sind, und deren Gewichte man genau zu bestimmen nöthig hat, abzuwägen, sondern auch zu dem Hombergischen Aræometro (c) gebrauchen. Homberg hat hauptsächlich darauf gesehen, wie er genau einmahl so viel von einer güßigen Materie bekommen könnte, als wie das andere, welches mit einem Würffel, wie wir oben gehabt (§. 6.), nicht wohl angehet, indem in der Fläche, die etwas erhaben ist, leicht einmahl etliche Tropffen mehr seyn können als das andere. Man lässet demnach eine hohle Kugel von Glase AB machen, die unten in A platt ist, damit man sie aufsetzen kan, und, wenn

Absicht des Erfinders dabey.

Beschreibung des Instrumentes. Tab. XVII. Fig. 99.

c) Philosophical Transactions Num. 262. p. 530.

wenn solches geschiehet, sie stehen bleibet: denn sie muß auf der Wage aufstehen und nicht umfallen, damit nicht von der flüßigen Materie, die darinnen ist, heraus läuft, in dem man sie abwieget. In B ist eine Röhre CB. ein oder ein paar Zoll lang. Sie muß sehr enge seyn, damit ein einiger Tropfen Wasser 5 bis 6 Linien hoch darinnen stehet; denn man will auch einen Tropfen einmahl mehr als das andere haben. Oben in C wird sie wie ein Trichter gemacht, damit die flüßige Materie sich bequem in die enge Röhre hinein giessen lässet. Weil es nicht möglich ist, daß die Luft und die flüßige Materie in einer so engen Röhre einander ausweichen können; so wird in G ein Haar-Röhrlein gemacht, welches oben ie D offen ist, damit die Luft aus dem Gefässe heraus kan, wenn man das Wasser hinein füllet. Von B bis E wird die Höhe des Röhrleins D getragen, und in E ein Zeigen gemacht, dabey man mercken kan, ob die flüßige Materie in der Röhre BC so doch stehet als in D. Wenn man nun das Glaß gefüllet bis die flüßige Materie in D stehet, und sie erreichet in der Röhre BC den Punct E; so ist das Glas recht gefüllet. Stehet die flüßige Materie unter E, so muß man noch einen kleinen Tropfen hinein fallen lassen, bis sie bey demselben Zeichen inne stehet. Findet man hingegen daß

§. 210.

Gebrauch desselben.

§. 210. daß sie bis über E gehet; so muß man (welches sehr füglich mit einem Haar-Röhrlein geschehen kan, als das man nur hinein stossen und zurücke ziehen darf) so viel wegnehmen, bis es bey diesem Puncte stehet. Wenn das Glas recht gefüllet, so darf man es nur auf der Wage genau abwiegen, und das Gewichte des leeren Glases, welches man vorher einmal für allemal erforschet, davon abziehen; so weiß man, wie viel die flüßige Materie wieget, welche das Glas erfüllet.

Schwere verschiedener flüßiger Materien im Sommer und Winter nach Eisenschmidten.

§. 211. Ich habe zwar jetzt nicht Gelegenheit gehabt, selbst die Schwere einiger flüßigen Materien mit dem Araeometro zu untersuchen: unterdessen weil dergleichen Versuche in verschiedenen Fällen ihren Nutzen haben können, so will ich hier vor diesesmal bloß anführen, wie Herr Eisenschmidt d) die Schwere eines Cubic-Zolles nach dem Pariser-Maase einiger flüßigen Materien, so wol im Sommer, als im Winter gefunden: daraus man ersehen wird, daß die flüßigen Materien nach Veränderung der Wärme und Kälte auch die Art der Schwere und ihre Dichtigkeit ändern. Damit man aber alles desto besser mit einan-

d) in Disert. de ponderibus et mensuris veterum Romanorum, Graecorum et Hebraeorum p. 174.

einander vergleichen kan; habe ich es in folgender Tabelle vorstellen wollen. §. 211.

Nahmen der flüßigen Materien	Schwere im Sommer	Schwere im Winter
Queckſilber	7. 1. 66	7. 2. 14
Vitriol-Oel	7. 59	7. 71
Vitriol-Spiritus	5. 33	5. 38
Spiritus Nitri	6. 24	6. 44
Spiritus Salis	5. 49	5. 55
Aquafort.	6. 23	6. 35
Spiritus Sulphuris	5. 34	5. 39
Eßig	5. 15	5. 21
Diſtillirter Eßig	5. 11	5. 15
Champagnerwein	4. 66	4. 70
Burgunder-Wein	4. 67	4. 75
Aquavit	4. 48	4. 57
Spiritus vini	4. 32	4. 42
Weiß-Bier	5. 1	5. 9
Braun-Bier	5. 2	5. 7
Cidre, oder Obſt-Wein	5. 0	5. 6
Kuh-Milch	5. 20	5. 25
Ziegen-Milch	5. 25	5. 28
Eſels-Milch	5. 17	5. 21
Serum von Milch	5. 14	5. 19
Urin	5. 14	5. 19
Spiritus urinae	5. 45	5. 53
Oleum Tartari	7. 27	7. 43

Baum-

§. 211.

Baum-Oele	4. 53	Beyde sind im Winter gefroren.
Mandel-Oele	4. 52	
Terpentin-Oele	4. 39	4. 46
See-Wasser	6. 12	6. 18
Fluß-Wasser	5. 10	5. 13
Brunnen-Wasser	5. 11	5. 14
Distillirtes Wasser	5. 8	5. 11

Es ist zu mercken, daß bey dem Quecksilber die erste Zahl Untzen, die andere bey dem Quecksilber und die erste bey den übrigen Materien drachmas, die letzte aber Grane bedeutet, deren 72 eine drachmam ausmachen. Eisenschmidt, der in Straßburg gelebet, hat das Parisische Gewichte und dessen Eintheilung behalten. Es wird aber das Pfund zu Paris in zwey Marck, die Marck in 8 Untzen, die Untze in 8 Gros oder Drachmas, die Drachma in drey Deniers oder Scrupel, der Scrupel in 24 Gran, und also das gantze Pfund in 576 Gran getheilet. Weil Herr D. Henckel (e) der vornehmsten und bekanntesten mineralischen Cörper natürliche Schwere bekannt gemacht, wie sie Herr D. Meuder auf sein Ersuchen auf das genaueste durch sorgfaltig wiederhohlte Versuche befunden; so

Beschaffenheit des Pariser-Gewichtes.

e) Pyritologiæ oder Kieß-Historie c. 16. p. 987 & seqq.

§. 211. so habe ich es nicht undienlich erachtet diesen flüssigen Materien noch folgende feste beyzufügen:

Durchsichtiger Börnstein	1	Gegrabener Schwefel	556
Colophonium	2	Stein-Marck voll Wasser	559
Braun Laßpech	30	Krebs-Stein voll Wasser	559
Schwartz Schuster-Pech	43	Brauner Glimmer	568
Juden-Pech	111	Weiß Indianisch Porcellan	601
Bimstein voll Wasser	244	Gemachtes Wasserbley	611
Stein-Kohlen	27†	Süsse Vitriol-Erde aus der	
Gummi Arabicum	296	Hessischen Minera Martis	616
Arphonitrum	418	Katzen-Silber	618
Harter Gyps voll Wasser	430	Frauen-Eiß	624
Rother Weinstein voll Wasser	438	Ziegelstein voll Wasser	630
Roher-Schwefel	533	Weisser Meißnischer Porcellan	630
Geläuterter Schwefel	545	Rother Japanischer Porcellan	
Gegrabener Opal	546	voll Wasser	635
Geschmoltzener Schwefel	556	Crystall-Glas aus gebrann-	

tem

§. 211.

tem Kieſel und gleichviel Salpeter	642
Steine aus dem Carls-Bad Prudel	642
Kreide voll Waſſer	648
Weiß Böhmiſch Glas	658
Vielfarbiges Glantz-Glas	661
Rothe Corallen	668
Gemein blaues Glas	669
Rother Bolus voll Waſſer	674
Grün-Glas mit $\frac{1}{8}$ Grünſpan	676
Amianthus	677
Alabaſter	678
Dreßniſches Cryſtall-Glas	679
Donnerſtein voll Waſſer	680
Hornſtein	680
Terpentinſtein	68
Corallenſtein	681
Luchsſtein.	684
Stein vom Weinberg aus Malaga.	685
Ammons-Horn	685
Ungariſche marmoriſche Diamanten	687
Drüſigter Berg-Cryſtall	689
Rubin-Glas	690
Chalcedon	691
Weiſſer Marmor	692
Martialiſirtes Eichen-Holtz	693
Achat	695
Quatz	695
Elb-Kieſelſtein	696
Cöllniſche Kreide	697
Rother Jaſpis	698
Pietra di Venturino	699
Perl-Mutter	699
Schieferſtein	705
Schwefel-Schlacken	705
Schwartzer weicher Schleifſtein	707

Rother Marmor	709	Gegraben Wasserbley	827	§. 211.
Blaue Eisen-Schlacken	709	Lapis de tribus	828	
Kalckstein	713	Gelber Arsenic	833	
Adlerstein	716	Magnetstein voll Wasser	834	
Quartz, darinn gediehen Gold	718	Kleine Granaten	837	
Weicher Röthel voll Wasser	722	Weisser Arsenic	838	
Vielenstein	726	Kieß vom Krö-ner	841	
Alumen plumosum	727	Gelber Kieß von Lorentz Gegend herum	843	
Granaten-Ertz bey Pirna	738	Geringer Ofenbruch	844	
Scheermesser-Schleifstein weich und weiß	759	Blende	846	
Rauschgelb	771	Kupfer-Ertz von Temeswar	849	
Chrysocolla	781	Bleyweiß voll Wasser	854	
Hochrothes Rauschgelb	784	Ungarisches Kupfer-Ertz	858	
Dunckles Rauschgelb	785	Gemein Antimonium	858	
Ofenbruch zum Messing	796	Kupfer-Ertz bey Rudolstadt	861	
Operment	807	Gelber Kieß von Neustadt	863	
Hammerschlag	813			
Geschmoltzene luna corn	821			

§. 211.

Grosse Granaten	863	Pretschendorffer-Kieß	905
Minera Antimonii	863	Gemachter Fliegenstein voll Wasser	906
Eisenstein von Kühnheyde	864	Gelbiger Kieß von Johann Gorgenstadt	907
Gelbiger Kieß vom Hartz	865	Gelbliger Kieß aus Schweden	908
Blendiger Ofenbruch	870	Hessische Minera Martis	912
Zwitterich Wasserstein	871	Vitrum antimonii per se gemacht	915
Kieß-Kugel vom Andreas-Berg	873	Gelber Kieß von der Ehrnen Schlange	916
Weisser Spaht vom Segen GOttes	883	Gelbiger Kieß vom Zuge	917
Töplitzer-Kieß	884	Derber Kieß aus Temeswar	919
Kieß vom Geyer	891	Ungarisch-Queckſilber-Erz voll Wasser	924
Kies von Temaswar voll Wasser	892	Weisser Kieß vom Himmelsfahrt und Günther	940
Schnecken-Kobold von Schneeberg	895		
Böhmisch Granaten-Ertz	897		
Blutstein, Glas-Kopf	900		

§. 211.

Bleyglas	945	Regulus antimonii cum duplo Veneris	993
Zinnober mit Silberfeil figirt	955	Schnecken-Kobold	993
Gegrabener Fliegenstein	956	Grober Bley-Glantz	997
Blaufarben Kobold vom Segen GOttes	959	Fein Zinn	997
Weisser Kieß vom Kühschacht	962	Grober Berg-Zinnober	999
Durchsichtig roth gülden Ertz	966	Legirt Zinn	1001
Glas-Ertz	975	Kupfer-Nickel	1002
Wißmuth	976	Berg-Zinnober in granis	1003
Regulrs antimonii stellatus	978	Speise von Bley-Arbeit	1003
Oft gereinigter Regulus antimonii cum duplo Martis	980	Drüsigter Bley-Glantz	1004
Zinn-Graupen	989	Würflichter Bley Glantz	1005
Klar. bleyglanz	990	Gemachter Zinnober	1006
Kobold bey Rudolstadt	991	Eisen.	1007
Zinck	993	Silberglette	1009
		Speise aus 4 Theil Zinck und ein Theil Kupfer	1013
		Meßing	1022
		Geschmeidig	

§. 212.

Printz-Metall aus Kupfer und Ofenbruch	1022	Kupfer	1028
		Wißmuth	1029
		Silber	1046
		Villacher-Bley	1058
Sechslöthig Silber	1026	Queckſilber	1073
		Rold	1098

Das 8. Capitel.

Von Bewegung flüſſiger Materien durch einander vermöge ihrer Schwere.

§. 212.

Spiritus vini ſteiget durch das Waſſer in die Höhe. Tab. XVII. Fig. 100. Erſter Verſuch.

Ich habe eine gläſerne Röhre AB, die nicht viel über einen Schuh lang, und im Lichten kaum 2 Linien war, mit Waſſer gefüllet, welches ich vorher mit Saffran gelbe gefärbet. Das eine Ende A habe ich mit Wachs verſtopft, damit keine Luft hinein konnte. Man kan auch eine Röhre nehmen, die oben in A zugeſchmeltzet iſt. Das andere Ende der Röhre B, welches offen war, habe ich in ein Gläſelein ED mit ſpiritu vini geſtecket. Kaum war es hinein kommen, als das Waſſer durch den ſpiritum vini wie kleine Faden nieder ſtieg, und hingegen der ſpiritus vini wie dünne Fädelein ſich durch das

Waſſer

Wasser in der Röhre in die Höhe zog, und in dem obersten Theile bey A setzte, dergestalt daß das Wasser in der Röhre immer abnahm, bis endlich alles unten im Glase auf dem Boden zu sehen war, und der spiritus vini die gantze Röhre erfüllete. Es zogen sich aber die Faden nicht in einer geraden Linie in die Höhe, noch auch die andern herunter, sondern giengen vielmehr Schlangenweise hin und wieder gekrümmet, absonderlich wenn die von dem spiritu vini bald den oberen Theil der Röhre, oder den bereits darinnen enthaltenen spiritum vini, die aber von Wasser den Boden des Glases oder das daselbst befindliche Wasser erreichten. Ich nahm nach diesem an stat der Röhre ein Gläselein ACD mit einem engen Halse, dergleichen man zu Tropfen zu gebrauchen pfleget, und zwar von derjenigen Art, die einen etwas langen Hals haben. Als ich es mit dem vorigen Wasser erfüllete, und die Eröfnung C in den spiritum vini eintauchte, stieg noch wie vorhin der spiritus vini in Gestalt kleiner Fädlein durch das Wasser in die Höhe, und nahm daselbst den obern Theil bey A ein; hingegen das Wasser zog sich durch den spiritum vini Fadenweise herunter. Allein als ich ein Glas mit einem Halse nahm, der einen Zoll lang und im Lichten etwas unter 4 Linien weit war; fiel das Wasser geschwinde auf einmahl her-

§. 212.

Besondere Umstände davon.

Tab. XVII. Fig. 101.

§. 212. Anmerkung. unter und der spiritus vini hingegen stieg in die Höhe. Jedoch vermischte sich das Wasser mit dem spiritu vini, und machte ihn trübe, und der spiritus vini, welcher in das Glas gestiegen war, war auch nicht recht klar und helle. Weil das Wasser hier bloß angesehen wird als ein Cörper von schwererer Art als der spiritus vini, und hingegen der spiritus vini als ein Cörper von leichterer Art als das Wasser, beyde aber als flüßige Materien betrachtet werden; so siehet ein jeder leicht vorher, daß es auch mit anderen flüßigen Materien angehen müsse, wenn man nur die leichtere in das untere Gefässe, hingegen die schwerere in das obere mit dem engen Hälslein oder eine enge Röhre bringet.

Wasser steiget in die Stelle des Quecksilbers in die Höhe. §. 213 Ich habe zu dem Ende das Gefäßlein mit Wasser, hingegen das Gläßlein mit dem engen Halse mit Quecksilber gefüllet. Als ich dieses umgekehret, und mit der Eröfnung ins Wasser gebracht: so ist das Quecksilber herunter in das Gefäßlein gefallen, und zu gleicher Zeit das Wasser neben ihm in die Höhe gestiegen. Ich habe auch die Torricellianische Röhre (§. 90.) ins Wasser gebracht, da gleichfals das Quecksilber herunter gefallen, und zu gleicher Zeit das Wasser neben ihm in die Höhe gestiegen.

Warum das Wasser höher stei- Und ungeachtet das Quecksilber nicht die gantze Röhre erfüllete (§. cit.), so gieng

doch

doch das Waſſer bis oben hinan: nemlich das Queckſilber wird durch den Druck der Luft in der Torricellianiſchen Röhre erhalten, über ihm iſt der Theil der Röhre von Luft leer (§. 91.). Das Waſſer, welches hinein ſteiget, wird gleichfals durch den Druck der Luft in der Röhre erhalten. Da nun die Luft das Waſſer über 31 Schuh hoch erhalten kan (§. 89.), die Röhre aber kaum drey Schuhe hoch iſt, oder nicht viel darüber; ſo muß ſie das Waſſer freylich ſo hoch drucken, als Raum in der Röhre leer iſt. Wenn der obere Theil der Röhre nicht gantz leer iſt, ſondern noch etwas Luft darinnen geblieben; ſo bleibet nach dieſem, da das Waſſer hinein kommet, auch etwas Raum über dem Waſſer leer. Und demnach dienet der gegenwärtige Verſuch dazu, daß man dadurch erkennen kan, ob auf eine gewiſſe Art, die man gebrauchet, die Torricellianiſche Röhre ſich genau füllen läſſet, oder nicht. Denn wenn viel Luft übrig bleibet, ſo taugt entweder die Art zu füllen nicht, oder wir haben noch keinen Handgrif inne: bleibt aber oben keine Luft übrig, oder etwas weniges, die nach dieſem, wenn ſie ſich in dem Raume über dem Queckſilber ausgebreitet, in Anſehung des Widerſtandes, den ſie der Bewegung des Queckſilbers thut, welches bey veränderter Schwere der Luft auf und

§. 213. get, als das Queckſilber geſtanden.

Nutzen des Verſuches in Probirung der Torricellianiſchen Röhre.

§. 213. nieder steiget, für nichts zu achten; so ist die Art und Weise, wie wir die Torricellianische Röhre gefüllet, gut, und wir haben die rechte Handgriffe sie zu füllen. Man kan demnach, wenn man seiner Handgriffe versichert ist, auch hierdurch ausmachen, welche von verschiedenen Arten die Torricellianische Röhre zu füllen die beste sey. Man kan auch die gantze Röhre mit Queckſilber erfüllen, auf die untere Eröfnung den Finger legen, damit nichts davon heraus kan, und sie nach diesem in einem Gefässe, da man mit der Hand bequem hinein kommen kan, unter das Wasser bringen, wenn man bloß sehen will, wie Wasser und Queckſilber einander ausweichen, und jenes in die Röhre hinauf, dieses hingegen herunter steiget. Hat man die Torricellianische Röhre schon in einem Gefäßlein mit Queckſilber stehen, so wäre höchst beschwerlich sie erst heraus zu nehmen, und ins Wasser zu setzen, indem man nicht wohl unter dem Queckſilber die Eröfnung der Röhre mit dem Finger verstopfen kan, daß gar keine Luft hinein kommet. Derowegen ists hier rathsamer, daß man sie im Queckſilber stehen lässet, und nur Wasser auf das Queckſilber geust; so darf man die Röhre nur etwas erhöhen, bis die unterste Eröfnung, die im Queckſilber stehet, ins Wasser kommet.

Welche Art die Torricellianische Röhre zu füllen die beste.

Handgriffe im Versuche.

§. 214. Ich habe Wasser starck gesaltzen, bis es kein Saltz mehr angenommen, und eine Weile stehen lassen, bis es sich gesetzet und gantz klar worden. Das klare Wasser habe ich abgegossen und in ein Gläslein mit einem engen Halse gefüllet. In ein anderes offenes Glas habe ich süsses oder ungesaltzenes Wasser gegossen. Als ich die Eröfnung des Glases mit dem Saltz-Wasser in das süsse Wasser gesetzet, so ist das süsse Wasser durch das Saltz-Wasser in die Höhe gestiegen, und hingegen das Saltz-Wasser durch das süsse in dem Gefässe zu Boden gegangen, ohne daß sich eines mit dem andern vermischet. Eben dieses ist so erfolget, wenn ich die vorhin gedachte Röhre mit Saltz-Wasser erfüllet, und das offene Ende in das süsse Wasser gesetzet. §. 214. Süsses Wasser steiget im Saltz-Wasser ohne Vermischung in die Höhe.

§. 215. Nach diesem habe ich siedendes Wasser auf ein wenig Safran in einer Thee-Tasse gegossen, damit es sich gelb färbete: hingegen das Gläselein mit dem engen Halse habe ich mit kalten Wasser erfüllet. Als ich die Eröfnung desselben in das warme Wasser gesetzet; so ist gleich, wie vorhin der spiritus vini (§. 212.), das warme Wasser durch das kalte ohne Vermischung in die Höhe gestiegen, und hat den oberen Theil des Glases eingenommen, hingegen das kalte Wasser hat sich gleichfals Warmes Wasser steiget durch das kalte in die Höhe.

§. 219. Besonderer Umstand.

denweise durch das warme nieder gezogen, und ist zu Boden gegangen. Es ist aber wohl zu mercken, das die Faden des leichteren sich bloß anfangen bey der Eröfnung des Glases, wo die leichtere Materie die schwerere berühret, und hinwiederum die Faden der schwereren unter der Eröfnung des Glases, wo die leichtere hinein kommet. Dieses hat man augenscheinlich bey allen Materien wahrnehmen können, womit der Versuch angestellet worden. Nirgends aber hat man gesehen daß sich Faden von der leichteren in die Höhe, und daneben andere von der schwereren nieder zögen.

Wein steiget durch das Wasser ohne Vermischung.

§. 216. Endlich habe ich auch in ein Wein-Glas Wein gegossen, und das Gläslein mit Wasser erfüllet. Als ich die Eröfnung desselben in den Wein gebracht, ist so fort der Wein durch das Wasser in die Höhe gestiegen, und hat den obern Raum des Gläsleins eingenommen, hingegen das Wasser ist durch den Wein nieder gestiegen, und hat sich unten im Weinglase gesetzet. Mit mehreren Materien habe ich es vor dieses mahl nicht nöthig erachtet zu untersuchen.

Besonderer Umstand von diesen Versuchen.

§. 217. Weil ich aber verspüret, daß, wenn die Eröfnung des Gläsleins zu weit war, die schwere Matrie zu schnelle herunter gefallen, und sich mit der leichteren vermischet, wie ich auch vorhin (§. 212.) schon

insbesondere von dem spiritu vini angemercket; so habe genauer untersuchet, ob nicht nach dem Unterscheide der Schwere die Eröfnung der Röhre oder des Gefäßleins, darinnen die schwere Materie ist, unterschieden seyn muß. Ich habe demnach ein sehr subtiles Haar-Röhrlein genommen, darein ein Pferde Haar zu bringen unmöglich war, und mit gefärbtem Wasser gefüllet. Als ich die untere Eröfnung in den spiritum vini brachte; so hat man nicht die geringste Veränderung gespüret: das Wasser ist in der Röhre ohne einige Veränderung stehen blieben, und von dem spiritu vini nichts in das Röhrlein kommen. Nach diesem habe ich ein Haar-Röhrlein genommen, welches etwas weiter war, so das ich mit zwey Pferde-Haaren gemächlich hinein kommen konnte, mit dem dritten aber nicht wohl. Dieses habe ich gleichfals mit gefärbtem Wasser gefüllet. Wir werden unten sehen, daß das Wasser vor sich hinein steiget, wenn man das eine Ende hinein hält. So bald ich das untere Ende in spiritum vini brachte, fieng er sich an Fadenweise durch das Wasser in die Höhe, und dieses hinwiederum durch den spiritum vini in die Tiefe zu ziehen. *Die Fäblein waren so subtil, als wie die subtilesten in einem Spinnen-Gewebe. Hingegen wurden §. 217.

sie

§. 218. sie immer stärcker, je grösser die Eröfnung ward, bis endlich alles mit einauder auf einmahl herunter fiel, und Wasser und spiritus vini sich mit einander vermischten. Wenn ich das Ende eines solchen Röhrleins in Queckſilber steckte; so stieg zwar keines vor sich hinein, es ließ sich doch aber so weit mit dem Munde hinein ziehen, als man nur verlangete, und zwar ohne einige Mühe. Wenn gleich das Röhrlein von beyden Seiten offen war, fiel doch nichts in der Luft heraus. Als ich das eine Ende ins Wasser setzte, blieb das Queckſilber gleichfals unbeweglich stehen, und stieg kein Wasser in das Röhrlein. Ja ich habe Röhren genommen, die etwas über eine Linie im Lichten waren, und mit Queckſilber gefüllet; aber das Queckſilber ist im Wasser nicht herunter gefallen, und hat ihm keinen Raum gemacht hinauf zu steigen. Auch mercke ich beyläuffig an, daß, unerachtet das Queckſilber sich ohne Mühe in ein Haar-Röhrlein ziehen lässet, man es doch nicht mit großer Mühe wieder heraus blasen kan.

Urſache von der bisherigen Bewegung der flüßigen Materien.

§. 218. Weil in dem obern Gefässe allezeit die schwere, in dem unteren aber die leichtere seyn muß; man aber weiß, daß das schwerere im leichteren niedersteiget (§. 193.), das leichtere hingegen in dem schwereren in die Höhe gehet (§. 195.); so erkennet man

schon

§. 218.

schon hieraus, ob zwar noch nicht recht deutlich, daß die Schwere die Ursache dieser Bewegung sey. Damit man aber daran zu zweifeln keine Ursache haben möchte; so habe ich folgenden Versuch angestellet, der die Sache völlig entscheiden kan. Ich habe eine Röhre ABCDEFG, welche dergestalt gebogen war, daß die krummen Züge CB, CD, DE, EF mit einander parallel gingen, AB und FG aber auf ihnen perpendicular stunden, mit Wasser gefüllet, welches auf eine besondere Weise gantz starck blau war gefärbet worden. Ich hatte nemlich auf Späne von Brasilien-Holtz Wasser gegossen, und sich bekandter massen roth färben lassen. Nach diesen habe ich etwas von demjenigen Wasser hinein gegossen, darinnen durch Hülfe des Vitriol-Oeles Feil-Staub von Eisen aufgelöset worden war: so hatte das rothe Wasser nicht allein eine sehr dunckele blaue Farbe angenommen, sondern war auch viel schwerer als das gemeine Wasser worden. Daher es geschahe, daß, wenn ich von diesem Wasser etwas in denen vorhin erzehlten Versuchen an statt des mit Safran gefärbeten Wassers gebrauchte, sich in der Bewegung einiger Unterscheid zeigete. Denn aus der Röhre kamen viel stärckere oder dickere Faden, die sich durch den spiritum vini im Gefäßlein zu Boden zogen, und aus dem

Tab. XVII. Fig. 102. Besonderer Versuch dazu. Besonderer Umstand.

§. 218. dem Gläslein mit dem engen Halse fiel dieses Wasser gar auf einmahl herunter, und machte den spiritum vini trübe, welches das mit Safran gefärbete nicht that (§. 212.). Und eben deswegen erinnere ich mit Fleiß, daß ich solches Wasser gebraucht, weil es einigen Unterscheid machet. Als ich die Röhre gefüllet hatte, habe ich das eine Ende G in spiritum vini gesetzet, welcher anfangs auf gewöhnliche Weise in der Röhre GF bis in F in die Höhe gestiegen, weiter aber nicht gehen wollen. Der Theil EF ist horizontal: kein leichter Cörper aber beweget sich in einer flüßigen Materie horizontal, sonst müste eine Blase, wenn man sie unter das Wasser gedrucket, nach der Seite bis an das Gefässe angetrieben werden, dergleichen doch nicht erfolget. So bald ich die Röhre beugete, daß die Puncte E und C in die Höhe kamen, hingegen B, D und F niedrig stunden; so stieg das Wasser aus der Röhre FE in FG nieder, und hingegen der spiritus vini aus dem Theile FG in FE in die Höhe, jedoch nicht weiter als bis in E, denn sonst hätte der spiritus vini durch ED nieder, und das Wasser darinnen in die Höhe steigen müssen: welches beydes der Natur der Schwere zuwider ist. Ich wendete nach diesem die Röhre, und legte sie dergestalt, daß die Puncte F, D und B höher stunden, als die anderen E und C. Alsdenn

stieg

stieg der spiritus vini in ED in die Höhe, §. 218.
und hingegen das Wasser aus ED nieder. Wäre die unterschiedene Schwere der flüssigen Materien nicht Schuld an dieser Bewegung, so würde der spiritus vini sich in einem fort beweget haben, bis er in die Röhre BA kommen wäre, die gantze Röhre ABCDEFG möchte gelegen haben, wie sie gewolt. Da nun aber der spiritus vini niemahls sich beweget, als wenn die Röhre so gelegen, daß er in die Höhe steigen können, auch das Wasser stets ruhen geblieben, als bis es nieder steigen können, so erhellet zur Gnüge, daß nichts als die Schwere die Ursache von dieser Bewegung sey.

§. 219. Weil das Queckſilber in der Röhre stehen bleibet, und dem Wasser keinen Platz machet hinauf zu steigen, daraus gleichwohl das Wasser weichet, und dem spiritu vini hinauf zu steigen Raum machet; so lässet sich daraus abnehmen, daß unerachtet die Schwere die Ursache der Bewegung ist (§. 218.), jedoch über dieses noch eine andere Ursache erfordert werde, daß die Bewegung ihren Anfang nehmen kan; diese Ursache aber darinnen bestehet, daß eine flüßige Materie sich leichter theilen lässet als die andere. Und wenn wir hierauf mit sehen, so können wir die eigentliche Beschaffenheit dieser Bewegung in völliger Deutlichkeit begreiffen. Die

Wie die Bewegung eigentlich erfolget.

§. 219. flüßige Materie, welche in dem Gläslein mit dem engen Halse ADC, oder auch nur einer engen Mündung ist, drucket auf die flüßige Materie nicht mehr als diejenige, welche eine Röhre AC erfüllet, so im Lichten so weit ist als der Hals des Gläsleins, mit ihm aber einerley Höhe hat (§. 56.). Und demnach ist es gleichviel, ob wir zu dem Versuche eine Röhre haben, oder ein Gefässe, das oben weit ist. Der Beweiß ist auch in einem Falle, wie in dem andern. Derowegen wollen wir ihn bloß auf die Röhre einrichten. Gleichergestalt da es gleichviel ist, was für Materie die Röhre AB and das Gefäßlein ED erfüllen, wenn nur die in der Röhre von schwererer Art ist als die untere im Gefäßlein, beyde aber sich leicht theilen lassen, und zwar in kleine Tröpflein, als in gegenwärtigem Falle nöthig ist, so wollen wir gleichfalls Deutlichkeit halber den Beweiß auf das Wasser und den spiritum vini einrichten. Findet sich nach diesem bey anderen Materien einigen Unterscheid; so soll er besonders bemercket werden. Anfangs ist gewiß, daß das Wasser aus der Röhre AB nicht gantz herunter fallen, und sich mit dem spiritu vini im Gefäßlein ED vermengen kan, weil die Luft rings herum auf den spiritum vini mehr drucket, als die vom Wasser unter der Röhre in B gedrucket wird (§ 89.).

Tab. XVII Fig. 101.

Tab. XVII. Fig. 100.

(§. 89.). Derowegen da der spiritus vini nicht nachgeben kan; so kan auch das Wasser nicht auf einmal niederfallen. Es scheinet zwar dieses dem zuwider zu seyn, was wir oben (§. 212.) von den Gläsern und Röhren mit weiten Eröfnungen angemercket. Allein es ist in der That nur ein Schein und weiter nichts, der bald verschwindet, wenn man genauer darauf acht hat. Denn wo die Eröfnung weit ist, da kan viel Wasser und spiritus vini auf einmal einander ausweichen: und daher haben wir auch gesehen, daß zu gleicher Zeit der spiritus vini in die Röhre oder das Glas und das Wasser daraus herunter in das Gefässe kommen. Demnach bleibet in allen Fällen die gantze Materie in der Röhre AB ohne Bewegung, und haben wir auch hierbey nicht weiter auf den Druck der Luft zu sehen, als in so weit dadurch das Wasser in der Röhre AB, ingleichen der spiritus vini, der an dessen Stelle hinauf steiget, erhalten wird, die sonst durch ihre Schwere daraus herunter fallen würde. Weil das Wasser sich leicht in runde Tröpflein durch seine eigene Schwere theilen lässet; so haben wir uns die Sache nicht anders vorzustellen, als wenn kleine Kügelein, die schwerer wären als der spiritus vini, auf dessen Fläche geleget würden, so bald man die Eröfnung der Röhre B darein bringet. Eine Kugel, die schwerer ist als der spiritus vini, sincket im

§. 219. Es wird einem Zweifel begegnet.

Wie sich das Wasser theilet.

§. 219. spiritu vini nieder (§. 193.), und demnach muß auch dieses Tröpflein Wasser in ihm nieder gehen. Weil nun ein Tröpflein dem andern beständig, und zwar sehr schnelle folget; so siehet es nicht anders aus als wenn sie an einander hiengen, und einen Faden machten Es kan auch seyn, daß in einigen flüßigen Materien die kleinen Tröpflein einiger massen zusammen hangen: allein dieses träget zu gegenwärtiger Bewegung nichts bey, als daß ein jedes Theil durch seine eigene Schwere nieder fället, und nicht nöthig hat, daß es von dem andern nieder gezogen werde. Indem das Tröpflein Wasser nieder fället, muß ihm ein anderes von dem spiritu vini weichen: da es nun nirgends einen Raum findet, wohin es weichen kan, als denjenigen, der von dem Wasser verlassen wird, so wird eben dadurch, daß das Tröpflein Wasser fället, ein anderes von dem spiritu vini in seine Stelle gestossen. Und demnach haben wir dieses Tröpflein von dem spiritu vini nicht anders anzusehen, als ein kleines Kügelein, welches unten im Wasser lieget, und leichter ist als das Wasser. Da nun dergleichen Kügelein im Wasser in die Höhe steigen, so lange sie können (§. 195.); so muß auch dieses Tröpflein spiritus vini in dem Wasser durch die gantze Röhre AB in die Höhe steigen, wenn sie gantz mit Wasser angefüllet, oder bis zu dem spiritu vini, wenn schon einiger in dem

Warum es sich Fadenweise herunterziehe.

Wie der spiritus vini in die Höhe getrieben wird.

oberen

oberen Theil der Röhre AB vorhanden, weil alsdenn unmöglich ist, daß ein Tröpflein spiritus vini im spiritu vini in die Höhe steigen kan, indem es nicht anders anzusehen ist als ein Küglein, welches einerley Schwere mit der flüßigen Materie hat und daher darinnen verbleibet, wo man es hinstellet. Da nun aber gleichfalls ein Tröpflein von dem spiritu vini dem andern beständig und zwar sehr schnelle folget; so hat es abermal das Ansehen, als wenn sie alle an einander hingen und einen Faden ausmachten. Daß der Faden dicker gewesen, wenn entweder Wasser von schwerer Art in der Röhre gewesen (§. 218.), oder auch die Röhre eine weitere Eröfnung gehabt (§. 212.); kan nirgends anders herkommen, als daß die Tröpflein, welche sich nach und nach abgesondert, gröſſer gewesen. Man begreifet aber leicht, daß, weil das Wasser und der spiritus vini, oder was es sonst für flüssige Materien sind, in der Mündung der Röhre oder des Gläsleins einander ausweichen müssen, grössere Tropfen einander ausweichen können, wenn die Mündung weit, als wenn sie enge ist: ingleichen, daß da die Tropfen sich durch ihre eigene Schwere absondern, grössere auf einmal sich absondern können, wenn die Materie von schwererer Art ist, als wenn sie von leichterer erfunden wird. §. 219.

Warum der Faden nicht immer gleich dicke aussiehet.

§. 205. Einige flüssige Materien lassen sich leichter theilen als andere.

§. 220. Die Luft ist von leichterer Art nicht allein als Wasser (§. 86.) sondern auch alle übrige flüssige Materien, die wir um uns haben können (§. 211.). Unterdessen siehet man doch nicht, daß sie wie subtile Fädlein sich durch die flüssigen Materien durchziehet, wenn man eine enge Röhre oder ein Gläslein mit einer engen Eröfnung, so damit erfüllet, umgekehrt (§. 102). Man siehet demnach, daß die Luft sich nicht so subtil zertheilet, wie andere flüssige Materien, die gar viel schwerer sind als sie. Wiederum da das Queckſilber in einer Röhre stehen bleibet und dem Wasser keinen Raum neben sich hinauf zu steigen vergönnet, wo doch das Wasser dem spiritu vini ausweichet (§. 217.); so muß sich auch das Wasser leichter theilen lassen als das Queckſilber.

Flüssige Materien lassen sich sehr subtile theilen.

§. 221. Unterdessen siehet man, daß die flüssigen Materien sich sehr subtile theilen lassen. Denn da wir gesehen haben, daß, da in einem Haar-Röhrlein Wasser und spiritus vini einander ausgewichen, die flüssigen Materien wie Fädlein von einer Spinnwebe sich durchgezogen (§. 217.); so erkennet man daraus, daß der spiritus vini und das Wasser in kleine Kügelein getheilet worden, die nicht grösser als der Diameter eines Fadens in einer Spinnwebe gewesen (§. 219.) Und würde man ein solches kleines Kügelein mit bloßen Augen schwerlich haben sehen können,

wenn

wenn ihrer nicht so viele zugleich in einem fort auf einander gefolget wären. §. 222.

§. 222. Es zeigen auch gegenwärtige Versuche, daß das Saltz sich über die massen klein zertheilen müsse, indem es im Wasser aufgelöset wird. Dann weil das süsse Wasser sich Faden-weise durch das Saltz-Wasser und das Saltz-Wasser Faden-weise durch das süsse Wasser ziehet (§. 214.); so muß auch das Saltz-Wasser sich so kleine wie das süsse zertheilen lassen, nemlich in kleine Kuglein, die im Diameter nicht grösser sind als die Dicke eines solchen Fädleins, das gleich einem subtilen Haare siehet, ja in einigen Fällen gar einem Spinnweben-Faden gleichet (§. 219). Da nun ein solches Küglein in süssem Wasser niedersteiget; so muß auch jedes von schwererer Art als das süsse Wasser seyn. Es ist aber bloß das Saltz, welches machet, daß es von schwererer Art ist Und demnach muß in einem ieden solchen Küglein etwas Saltz seyn. Wer nun bedencket, was für eine grosse Menge solcher kleinen Küglein in einem einigen Tropfen seyn können, der wird gar leichte sich vorstellen können, wie über die massen subtile das Saltz getheilet wird, indem es sich im Wasser auflöset. Da nun aber das Saltz in so unaussprechlich kleine Theile aufgelöset wird, die man einzeln mit blossen Augen unmöglich sehen kan; so ist auch kein Wunder, daß sie sich hin und

Saltz zertheilet sich sehr klein, indem es im Wasser aufgelöset wird.

§. 222. wieder in die von Wasser leeren Räume zwischen den Wasser-Theilen dergestalt setzen können, daß dadurch das Wasser seine Durchsichtigkeit wie vorhin behält.

Wie die Räume das Wasser ausdehnet.

§. 223. Wiederum da das warme Wasser sich gleichfalls wie subtile Fädlein durch das kalte durchziehet (§. 215); so muß auch dasselbe von leichterer Art als das kalte seyn (§. 219) Und weil es gleichfalls in kleinen Kügelein durch das kalte aufsteiget, die im Diameter nicht grösser sind als der Diameter eines Fadens von einer Spinnen-Webe; so müssen auch solche kleine Theile von leichterer Art seyn als das kalte Wasser. Derowegen da die Wärme die Ursache ist, welche das Wasser von leichterer Art machet, als es vorher war; so müssen alle diese kleine Theile von der Wärme ausgedehnet werden. Da wir nun wissen, daß viel Luft im Wasser ist (§. 148.), die Luft aber durch die Wärme starck ausgedehnet wird (§. 133); so darf man wohl nicht zweflen, daß das Wasser dadurch von leichterer Art wird, indem die Luft, so darinnen ist, durch die Wärme ausgebreitet wird. Man erkennet aber hieraus zugleich, daß in dem Wasser die Luft über die massen subtil getheilet seyn muß, unerachtet sie sich durch den Druck des schweren Wassers nicht so zertheilen lässet (§. 220) Vielleicht wird es einige wundern, wie es zugehet, daß, da die Luft allem Ansehen nach im Wasser subtiler

Luft ist im Wasser sehr subtil getheilet.

tiler getheilet ist, als das Wasser, oder auch der spiritus vini, wenn sie in schweren flüssigen Materien in die Höhe steigen, sie gleichwohl im Wasser und andern Materien, die schwerer sind als sie, nicht auch sich Fadenweise in die Höhe ziehet (§.220). Allein wer auf alles, was bisher erkläret worden, acht gegeben, wird die Ursache leicht finden Wenn in einem Glase mit einem engen Hälslein die Luft in die Höhe steigen solte; so müste ein kleines Tröpflein, das im Diameter kaum wie ein Haar ist, höchstens wie ein Pferde-Haar, einen kleinen Theil von der Luft wegstossen können (§.219.). Die Luft aber widerstehet nicht bloß durch ihre Schwere, sondern auch ihre ausdehnende Kraft (§.80.) Derowegen da diese viel gröser ist als die Schwere eines so kleinen Tröpflein Wassers, wenn es auch gleich durch den Druck dessen, so auf ihm lieget, angetrieben wird §.88.); so kan die Luft, ob sie sich gleich in noch so subtile Theile theilen lässet, hier dennoch nicht getheilet werden. Und demnach siehet man, daß gegenwärtige Versuche nicht schlechterdinges zeigen, ob eine flüßige Materie sich in kleinere Theile theilen lässet, als die andere Man muß bey Erfahrungen alles wohl überlegen, damit man nicht unrichtig urtheilet.

§. 223.

Warum sich die Luft nicht Fadenweise ins Wasser ziehet.

Anmerckung.

E N D E.

Inhalt der Capitel des ersten Theiles.

1. Von der verschiedenen Art der Schwere der Cörper. 1

2. Von dem wagerechten Stande der flüßigen Materien. 27

3. Von dem Drucke der flüßigen Materien. 59

4. Von der Luft-Pumpe. 107

5. Von den Eigenschaften und Würckungen der Luft. 130

6. Von der Luft, die in denen Cörpern verborgen ist. 394

7. Von den Wind- oder Dampf-Kugeln. 460

8. Von der Schwere der Cörper in flüssigen Materien. 480

9. Von Bewegung flüßiger Materien durch einander vermöge ihrer Schwere. 580

Register

Register

über die

vornehmsten Sachen, welche in dem ersten Theile abgehandelt werden, nach denen §§. eingerichtet.

A.

Abwägen, wie es im Wasser geschiehet, 190
Abricosen, was für Luft darinnen zu finden, 165
Abricosen-Kern, was es für Beschaffenheit mit der Luft darinnen hat, 166
Æolipila, 169 & seq.
Anatomischer Heber, 60
Anziehende Kraft, ist in einem leeren Raume nicht zu finden, 126
Aqua regia seine Schwere, 209
Aräometra, unterschiedene Arten derselben, 207. & seq.
Art der Schwere, wie sie unterschieden, 4
Ausdehnende Kraft der Luft. Erklärung, 52. daß sie der Luft zukommet, 52. 80. wie sie ab und zunimmet, 80. ihre Würckungen, 83 & seqq. 127. & seqq. ihre Grösse, 88. 99. wie sie drucket, 121. wird durch zusammendrucken verstärcket, 123. wie viel sie dadurch zunimmet, 124. wie viel sie durch Verdünnung der Luft vermindert wird, 125. wie sie Wärme und Kälte verändert, 133. ihre Beschaffenheit, 143
Auspumpung der Luft, wie sie geschiehet, 80. wie sie in Augenschein zu bringen, 97. wie die Torricellianische Röhre dabey zu gebrauchen, 125. wie die Verdünnung der Luft dabey erkannt wird, 126
Ausschlag in der Wage, wie er leicht zu mercken, 1

B.

Bewegende Kraft ist in allen flüßigen Materien, 48. 49

Bewegung in flüßigen Materien, 16
Bewegung flüßiger Materien in flüßigen Materien, 212. & seqq.
Bier, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 155
Blase, wie sie von der Luft ausgedehnet wird, 132. im Vacuo, 82 & seqq. wie sie die Luft zusammendrucket, 106. ihre Festigkeit, 121. ob sie sich durch Einpressung der Luft zersprengen lässet, 129. ob man durch sie die Luft abwägen kan, 132. wie sie durch die Wärme ausgedehnet und durch Kälte zusammen gezogen wird, 133. wie sie schwerere Cörper im Wasser in die Höhe heben kan, 199
Bley, dessen Schwere, 14. 188. 211.
Blut, hat viel Luft, 150

C.

Chaos, 17
Cörper, wie sie von der Luft feste zusammen gedrucket werden, 112. wenn sie in einer Materie schwimmen, in der anderen untersincken, 202. warum einige schwimmen, die untersincken solten, 203. wie sie beschaffen, wenn sie im Wasser schwimmen, 205. 206

D.

Dampf-Kugeln, ihre Beschaffenheit und Gebrauch, 169. besonderer Gebrauch derselben zum räuchern, 176
Deniers, 211
Drachma, deren Grösse, 2 211
Druck der Luft, wie er beschaffen, 100. & seqq. 109. & seqq.
Druck flüßiger Materien, dessen Beschaffenheit, 43. & seqq. 50. & seqq.

E.

Eisen, dessen Schwere, 188. & seqq. 211
Elemente, wie sie die Alten vorgestellet, 17
Erwärmete Luft, wie sie sich nach und nach abkühlet, 144 ihre Würckung, 136. & seqq. 146
Eßig, was es für Beschaffenheit mit der Luft darinnen hat, 156
Eyer, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 158

F.

Fall schwerer Cörper in flüßigen Materien, 193

ob

ob sie in diesem Falle drucken, 194
Feilstaub, 16. 17
Feuriger Wind, 175
Flaschen, wie sie die Luft zerdrucket, 108. und zersprenget im vacuo, 121. und in der Luft, 128
Flüßige Materien, wie sich einige nicht mit einander vermischen, und sie sich von einander absondern, 17. ihr wagerechter Stand, 20. & seqq. wie die Verhältniß ihrer Schwere zu finden, 39. 184. ob die von leichterer Art schwerere drucken, 41. 42. wie sie drucken, 43. Beschaffenheit ihres Druckes, 43. & seqq. sind in steter Bewegung, 49. lassen sich sehr subtil theilen, 217. & seqq. 221. wie ihre Schwere zu determiniren, 183. ihre Bewegung durch einander, 212. & seqq.

G.

Gestelle, die grossen Halb-Kugeln von einander abzusondern, 116
Gewichte, dessen Eintheilung, 2
Glas, lässet sich biegen, 19
Glas-Scheiben, wie sie die Luft zerdrucket, 109. & seqq. und zersprenget, 128
Glocke, warum sie an den Teller der Luft-Pumpe angedruckt wird, 105. 107. warum sie von der Luft nicht zerdrucket werden, 108
Gold sincket im Quecksilber unter, 16. 192. dessen Schwere, 188. & seqq. 211
Gorck, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 162
Gran, 2. 211

H.

Hahn, an der Luft-Pumpe, 75. 76. an den Gefässen, da er Luft halten muß, 107
Hammerschlag, 16. 17
Holtz, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 161. ist an sich schwerer als das Wasser, 161

K.

Kälte, ändert die Luft, 133. treibet die Luft aus dem Wasser, 168
Karath, 191
Kessel, an der Luft-Pumpe, 74
Krachen, wie es von der Luft verursachet wird, 146

Kraft, kan nicht verschiedene Würckungen auf einmal vorbringen, 45.
Kugeln, wie halbe hohle von der Luft zusammen gedrucket werden. 115. wie solches durch zusammengedruckte Luft geschiehet, 128. wie gantze Kugeln im vacuo zersprungen, 121. wie sie erwärmete Luft zersprenget, 146
Kupfer, dessen Schwere, 188. 189. 191. 211

L.

Leder, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 163. ist an sich schwerer als das Wasser, 163
Leichte Cörper, wägen mit dem Wasser, 196. können schwerere im Wasser in die Höhe heben, 199
Luft, wie sehr sie sich ausbreitet, 83. daß sie schwer sey, 30. 47. wie ihre Schwere zu determiniren, 86. 130. wie man sie abwaget, 86 wie sie im vacuo abzuwägen, 182. ob man sie durch aufgeblasene Blasen abwägen könne, 132. wie sie ausgepumpet wird, 80. 82. hat eine ausdehnende Kraft, 52. 80. lässet sich zusammendrucken, 51. 122. wie viel sie mit ihrer gantzen Schweere drucket, 89. ihr wagerechter Stand mit Wasser, 87. und Quecksilber, 90. 95. wie sie durch ihre ausdehnende Kraft mit dem Quecksilber die Wage hält, 100. wie sie mit Wasser zugleich drucket, 94. wie sie durch das Wasser drucket, 111. wie weit sie sich auspumpen lässet, 96. 97. wie sie die Glocke an den Teller der Luft-Pumpe drucket, 105. wie sie die Wärme ausbreitet, 133. wird durch Wärme und Kälte schnelle geändert, 134. zerdruckt feste Cörper, 119. wie man damit schiessen kan, 120. wie man sie aus Gläsern und Gefässen heraus treibet, 134. wie sie durch Wärme auszuleeren, 140. & seqq. wie viel sie durch brennenden Spiritum vini zu verdünnen, 142. wie sie in den Cörpern verborgen, 148. & seqq. wie sie sich mit dem Wasser vermischet, 16. wie sie aus dem Wasser getrieben wird, 168. warum sie aus einer flüßigen Materie mehr als aus der andern gehet, 153. daß sie sich nicht mit flüßi-

die

gen Materien vermenget, die durch sie fallen, 152
Luft-Pumpe, ihr Erfinder 63. was Boyle dabey gethan, 61. 65. was daran gebessert worden, 65. 66. wie ihre Fehler entdeckt werden, 78. 79. wie sie vom Wasser gereiniget wird, 70. besondere Art davon, so mit leichten Kosten zu machen, 139. wie man ohne sie die Eigenschaften und Würckungen der Luft untersuchet, 140

M.

Maaß-Stab, dessen Eintheilung, 2
Magdeburgische Wind-Büchse, 120
Mark, 211
Marmel, wie sie die Luft zusammen drucket, 113. 114
Materien sind nicht alle von einerley Schwere, 4
Materie von leichterer Art. Erklärung, 4
Materie von schwererer Art. Erklärung, 4
Mehl, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 160
Metalle, Beschaffenheit ihrer Schwere, 187. 188. 189. wie ihre Güte erkannt wird, 191. warum sie im Quecksilber schwimmen, 192
Milch, wenn die Luft aus ihr heraus gehet, 154
Mörser, warum man ihn mit einem Glase in die Höhe heben kan, 141
Most, brauset im vacuo, 157

O.

Oleum Tartari, per deliquium, 16. dessen Schwere, 211

P.

Pariser-Gewichte, 211
Pech, wie es mit der Luft darinnen beschaffen, 164
Petroleum, 16. 17
Pfund, dessen Grösse, 2. wie es zu Paris eingetheilet wird, 211.
Probe der Luft-Pumpe, 78

Q.

Quecksilber, ist schwerer als Wasser, 4. dessen Schwere, 8. 37. 188. Verhältniß seiner Schwere zu der Schwere des Wassers, 9. 37. dessen wagerechter Stand mit dem Wasser, 37. und der Luft, 90

R.

Rohr der Luft-Pumpe, 70
Röhren von Glase, wie sie gebogen werden, 19

S.

Salz, wie klein es sich im Wasser auflöset, 222
Sand, dessen Schwere, 10
Schnell-Wage, ihrer Beschreibung, 17. und Gebrauch, 118.
Schröpfen, wie es damit beschaffen, 138
Schwamm ist leichter als ein Stein, 4
Schwere, wie man sie genau erkennet, 6. was ihre Erkäntniß nutzet, 11. 15. ist nicht einerley in allen Materien, 4. wie man ihre Art determiniret, 6. 13. wie sich dadurch flüssige Materien absondern, 17. wie sie in flüssigen Materien abnimmet, 178. & seqq. ob sie im Wasser verlohren wird, 180. wie sie zunimmet, 180. wie Bewegungen daraus erfolgen, 218
Schwere verschiedener Cörper im Wasser, 187. 191
Schwere Cörper wägen im Vacuo weniger als in der Luft, 182. bleiben nicht in allen flüssigen Materien gleich wichtig, 185. wie sie in einer flüssigen Materie niedersteigen, 193. drucken nicht im Fallen, 194. warum sie in die Höhe steigen, 204
Schwere der festen Cörper, wie sie zu determiniren, 131 189
Schwere flüßiger Materien, wie sie zu determiniren, 207. & seqq, verschiedener ihre Schwere, 209. 211
Schwere der Luft, wird auf eine leichte und neue Art erwiesen, 30. ist geringe, 47. wie sie zu erweisen, 130. wie sie abzuwägen, 86. 135. wie groß sie sey, 86. wie sie abzumessen, 89. 90. wie groß sie in der gantzen Luft, 89. ob sie zum Auspumpen etwas beyträget, 82. 83
Scrupel, 211
Sengwerd, warum er die Schwere der Luft zu groß heraus gebracht,
Silber, dessen Schwere, 188 189. 211
Spiritus nitri, dessen Schwere, 209. 211

Spiritus vini, hat viel Luft, 151. deſſen Schwere, 209 211. ſteigt im Waſſer in die Höhe, 212
Spring-Brunnen, aus einer Dampf-Kugel zu machen, 177
Stempel, der Luft-Pumpe 71
Süſſes Waſſer beweget ſich durch Saltz-Waſſer ohne Vermiſchung, 214

T.

Teig, wie er im vacuo aufgeblaſen wird, 159
Todte Cörper, wenn ſie in die Höhe kommen, 201
Torricellianiſche Röhre, 90. wie ſie zu füllen, 90 ihr Gebrauch bey Auspumpung der Luft, 125
Transelementation wird verworfen, 174

U.

Unterſincken, wenn es nicht geſchiehet, 195
Unze, deren Gröſſe, 2 211
Urin, hat viel Luft, 149 154

W.

Wägen, wie weit es mit der Hand zu bringen, 3
Wärme ändert die Luft, 133. wie ſie das Waſſer ausdehnet, 223. treibet Luft aus dem Waſſer, 168
Wage, wie man ſie probiret, 1. Nutzen derſelben, 1. ihre Beſchaffenheit, 1
Wagerechter Stand der flüßigen Materien, 20. & ſeqq. was deſſen Erkäntniß nutzet, 40.
Warmes Waſſer ſteiget durch kaltes in die Höhe, 215
Waſſer, deſſen Schwere, 7. Verhältniß zur Schwere des Queckſilbers, 9. warum es nicht aus einer engen Röhre heraus läuft, 31. iſt in ſteter Bewegung, 48 wie es auſſer dem wagerechten Stande drucket, 57. deſſen Urſache, 59. deſſen wagerechter Stand mit der Luft, 87. 89. wie es mit ihr zugleich drucket, 94. wie es in eine leere Kugel quillet, 98. warum es nicht durch eine enge Eröfnung heraus läuft, 102. warum ein Papier das Herauslaufen aus einem Glaſe hindern kan, 103. wie es aus der Luft-Pumpe zu bringen, 131. wie es in eine leere Kugel ſteiget, 98. hat viel Luft, 148. 155. wie es ſich mit der Luft vermiſchet

schet, 167. ob es in der Luft verwandelt wird, 174. wie es eine Kugel ausspeyet, 177. wie es in die Stelle des Queckſilbers ſteiget, 213. wie deſſen Schwere durch einen eingetauchten Cörper vermehret wird, 180
Waſſer-Paß, 18
Wein, wie es mit der Luft darinnen beſchaffen, 157 ſteiget durch das Waſſer ohne Vermiſchung, 216
Wind, wie er durch Winds-Kugeln erregt wird, 171. deſſen Würckung, 172. ob er durch die Wind-Kugeln ſich erklären läſſet, 173
Wind-Büchſe, beſondere Art davon. 120
Winde, an der Luft-Pumpe, 72
Wind-Kugeln, 169

Z.

Zinn, deſſen Schwere, 188. & ſeqq. 211
Zuſammendruckung der Luft, 122
Zuſammengedruckte Luft, ihre Würckung, 127. beſondere Umſtände davon, 128

Bayerische Staatsbibliothek München

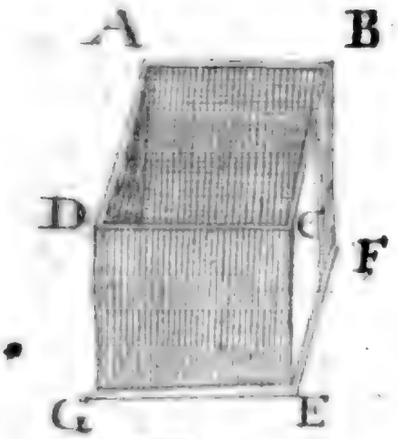


Fig. 1.

Fig. 2.

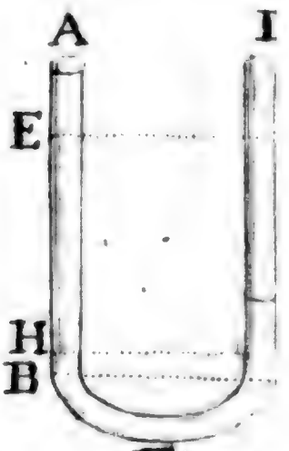


Fig. 4.

Fig. 3.

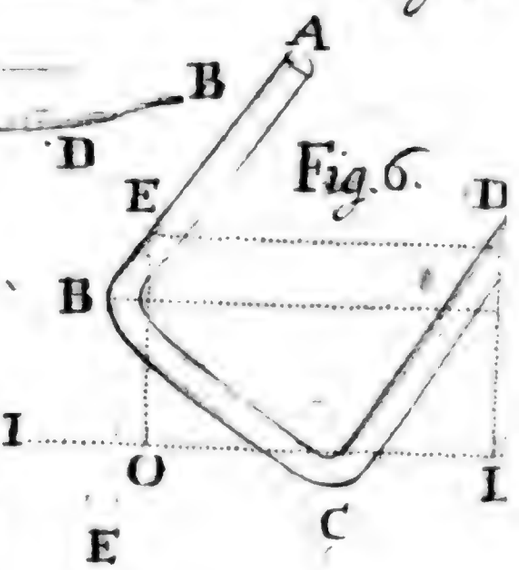


Fig. 6.

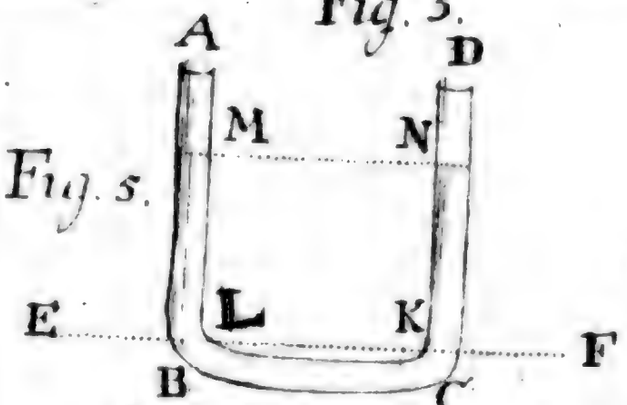


Fig. 5.

Fig. 7.

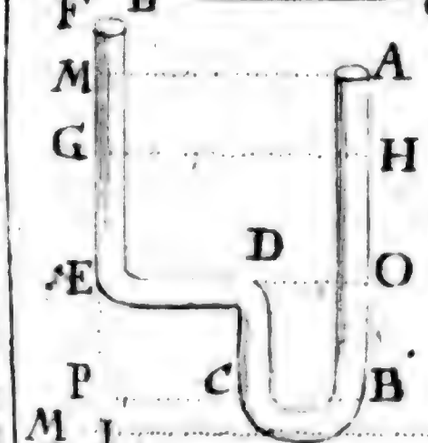


Fig. 8.

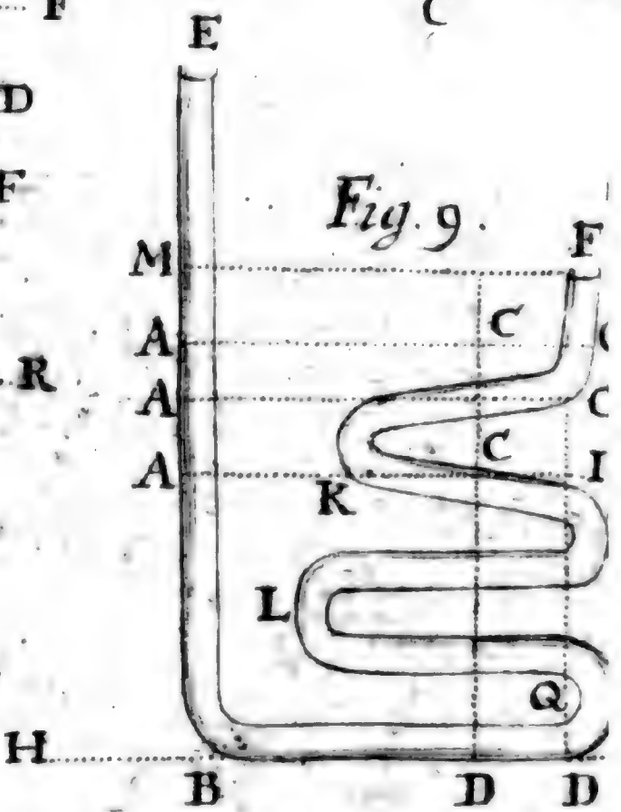


Fig. 9.

Experim.

TAB I

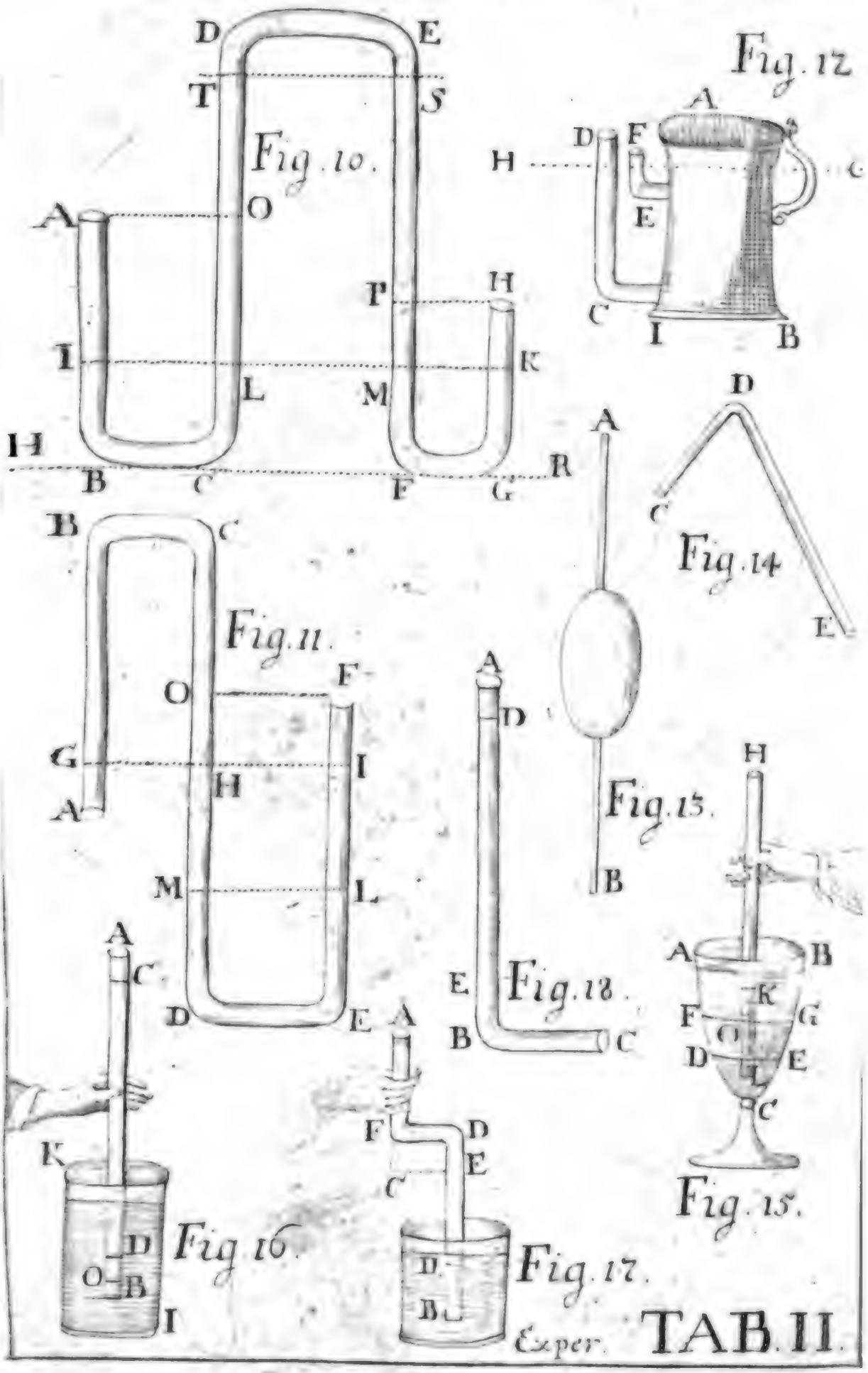
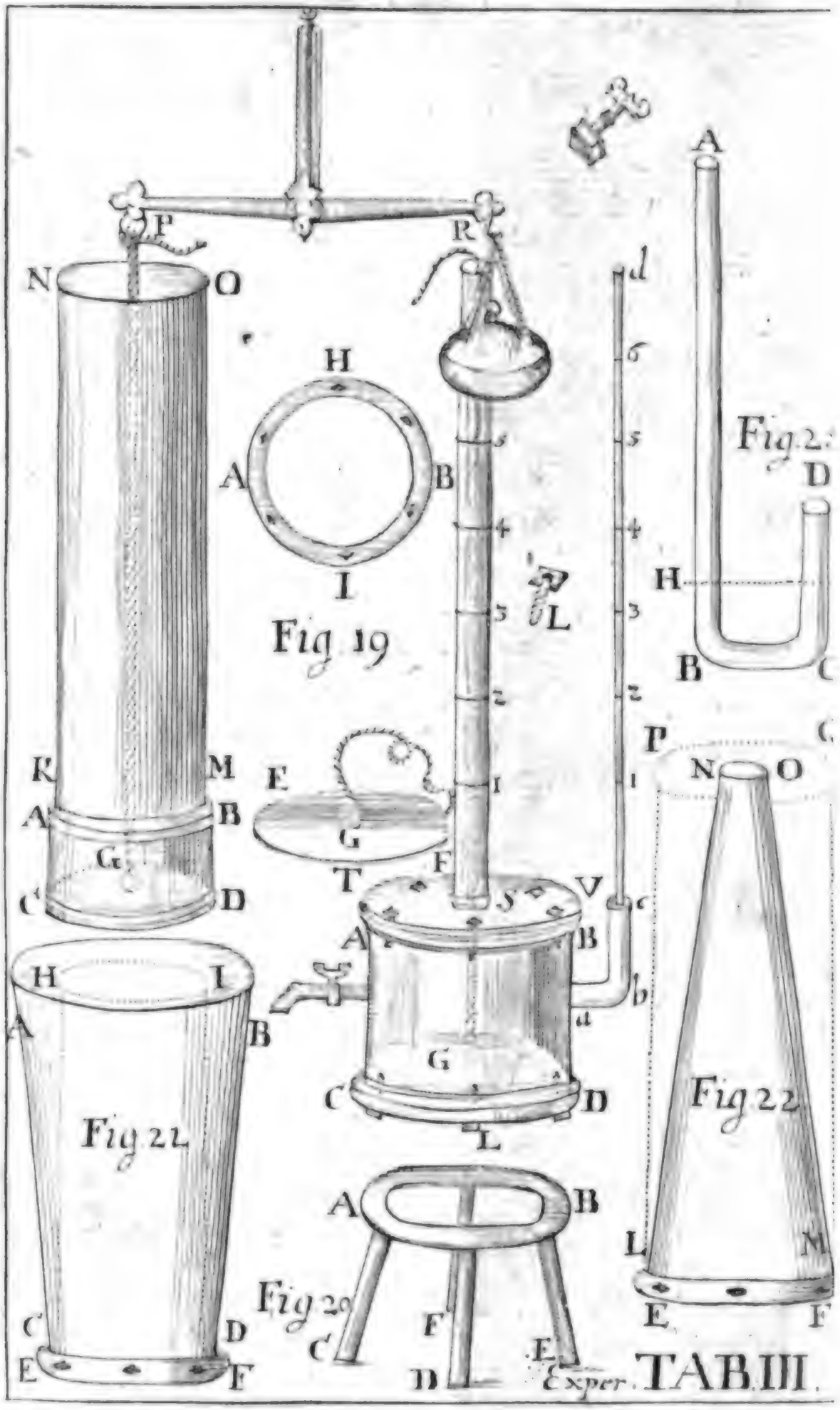


Fig. 10.
D
E
T
S
A
O
P
H
I
K
L
M
H
B
C
F
G
R
Fig. 12.
A
D
F
H
C
E
C
I
B
Fig. 14
D
C
E
Fig. 11.
B
C
O
F
G
I
H
A
M
L
D
E
Fig. 13.
A
D
B
Fig. 18.
A
D
E
B
C
Fig. 15.
H
A
B
K
F
G
O
D
E
L
C
A
C
K
D
O
B
I
Fig. 16.
A
F
D
E
C
D
B
Fig. 17.
Exper.
TAB. II.

Digitized by Google


F
R
N
O
H
A
B
I
Fig 19
L
d
6
5
4
3
2
1
A
D
H
B
C
K
M
A
B
G
C
D
E
G
T
F
S
V
c
A
B
b
a
G
C
D
L
H
I
A
B
Fig 21
C
D
E
F
A
B
C
F
D
E
Fig 20
P
N
O
Fig 22
L
M
E
F
Exper. TAB. III

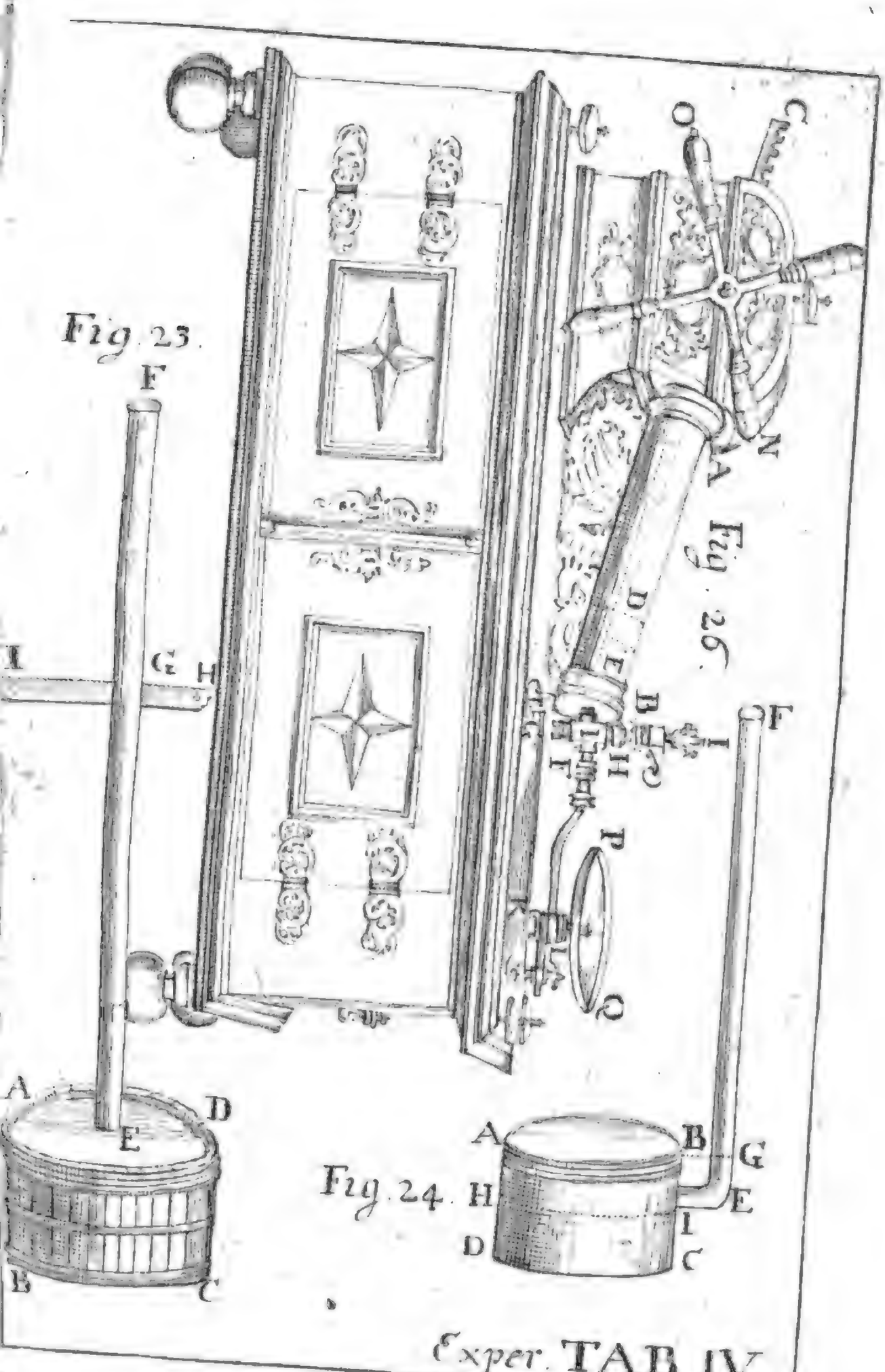


Fig. 24.

Exper. TAB. IV

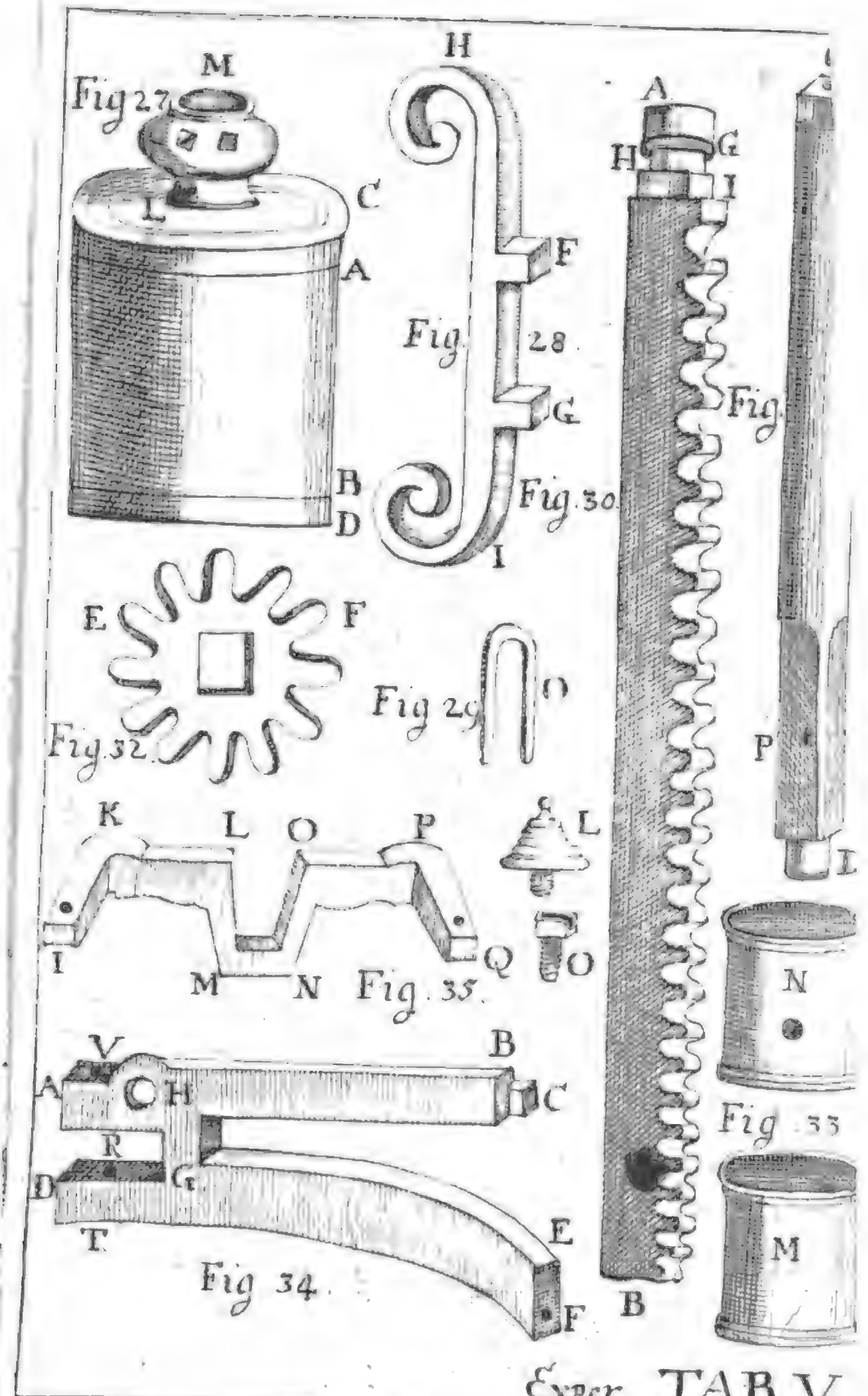


Fig 27.
M
C
L
A
B
D
H
F
Fig 28.
G
I
Fig 30.
A
H
G
I
Fig
P
L
N
Fig 33
M
B
E
F
Fig 32.
Fig 29.
O
K
L
O
P
I
Q
M
N
Fig 35.
L
O
V
B
A
H
C
R
D
G
T
E
F
Fig 34.

Exper. TAB. V

Digitized by Google

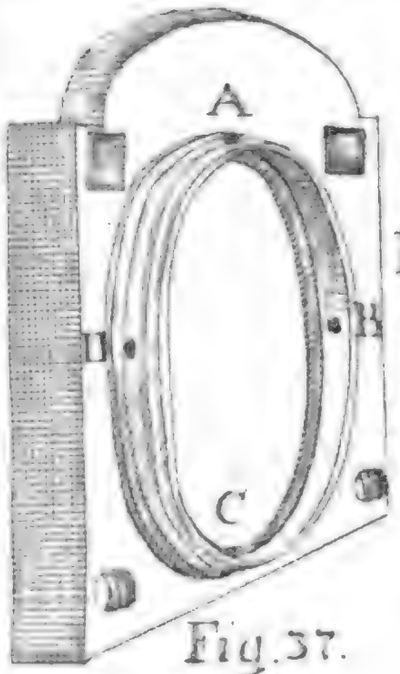


Fig. 37.

Fig. 39

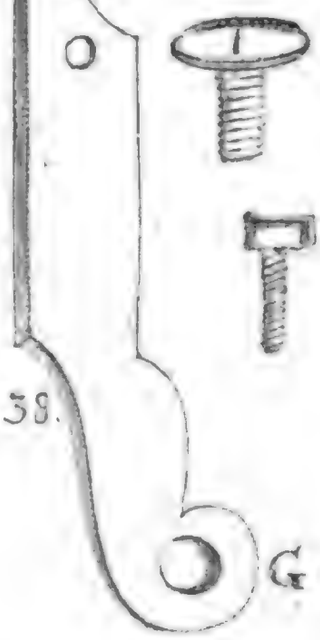


Fig. 38.

Fig. 36.

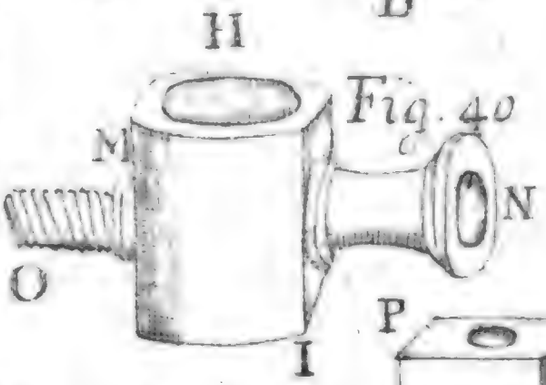
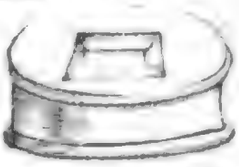


Fig. 40



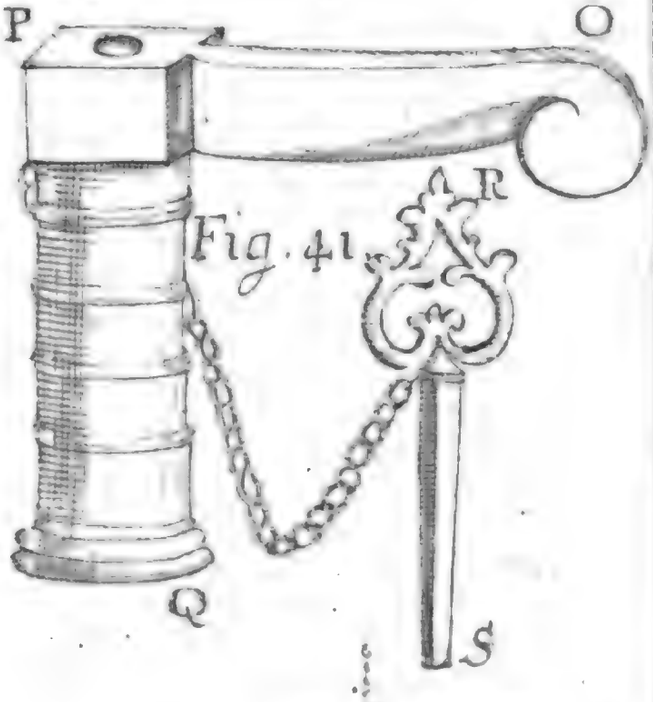
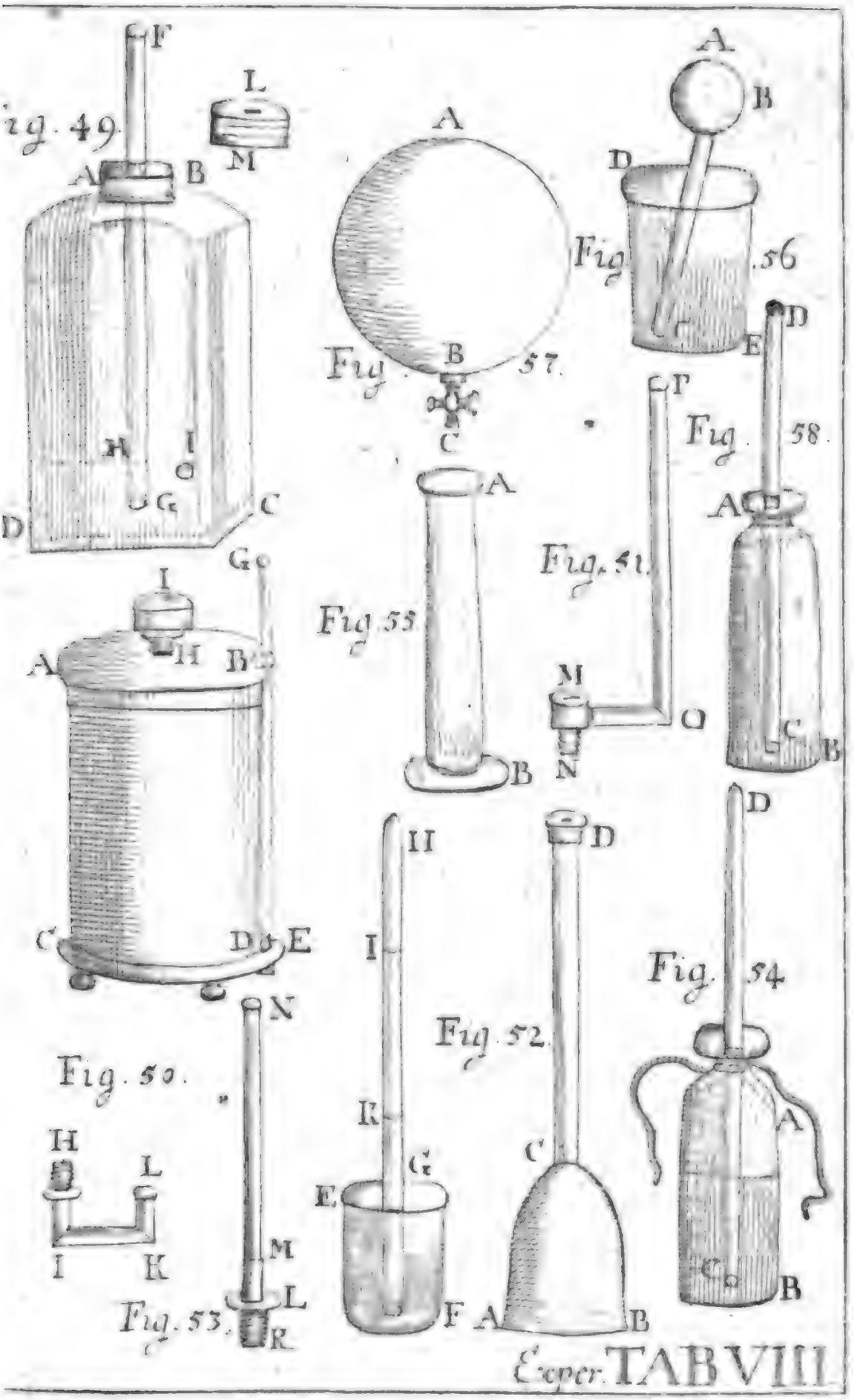


Fig. 41.

Exper. TAB. VI.

Digitized by Google

Digitized by Google


ig. 49.
F
L
M
A
B
H
I
G
C
D
Fig. 50.
H
L
I
K
N
M
L
R
Fig. 53.
A
B
C
Fig. 55
A
B
Fig. 57.
A
B
D
Fig. 56
E
F
M
O
N
Fig. 51.
D
Fig. 58.
A
C
B
II
I
R
E
G
F
D
C
A
B
Fig. 52.
D
Fig. 54
A
C
B
Exper. TAB VIII

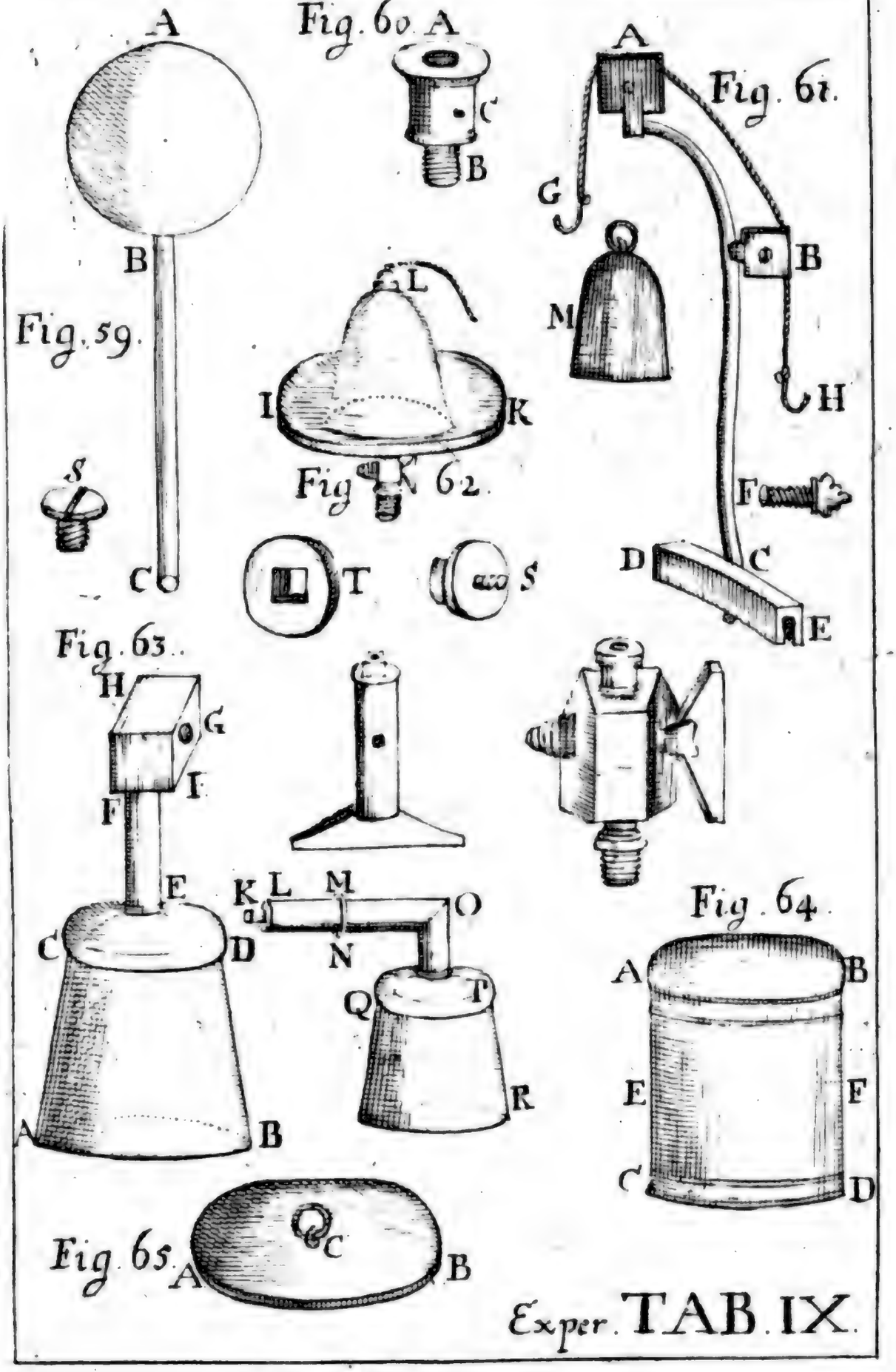


Fig. 59.

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 62.

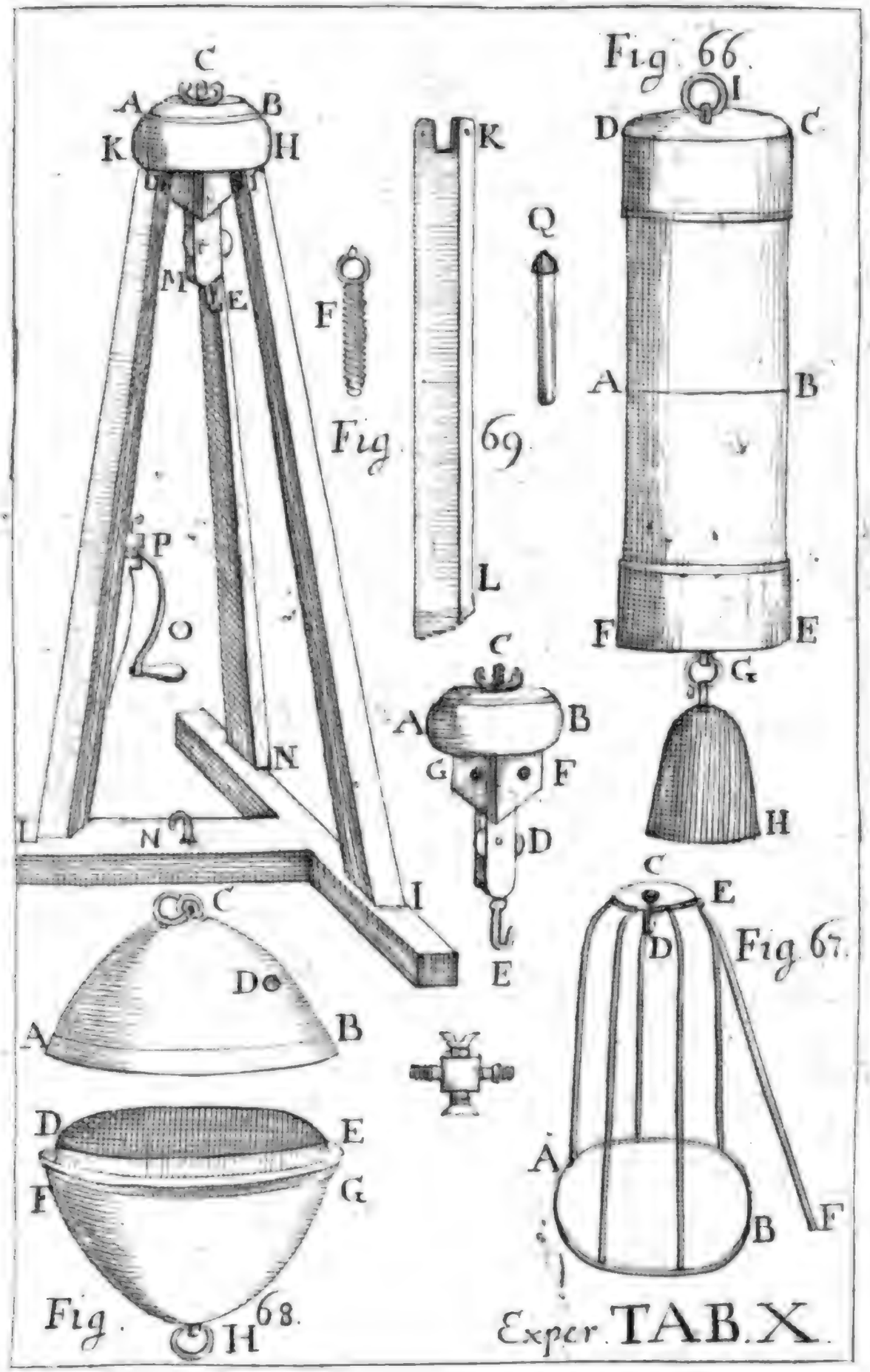
Fig. 63.

Fig. 64.

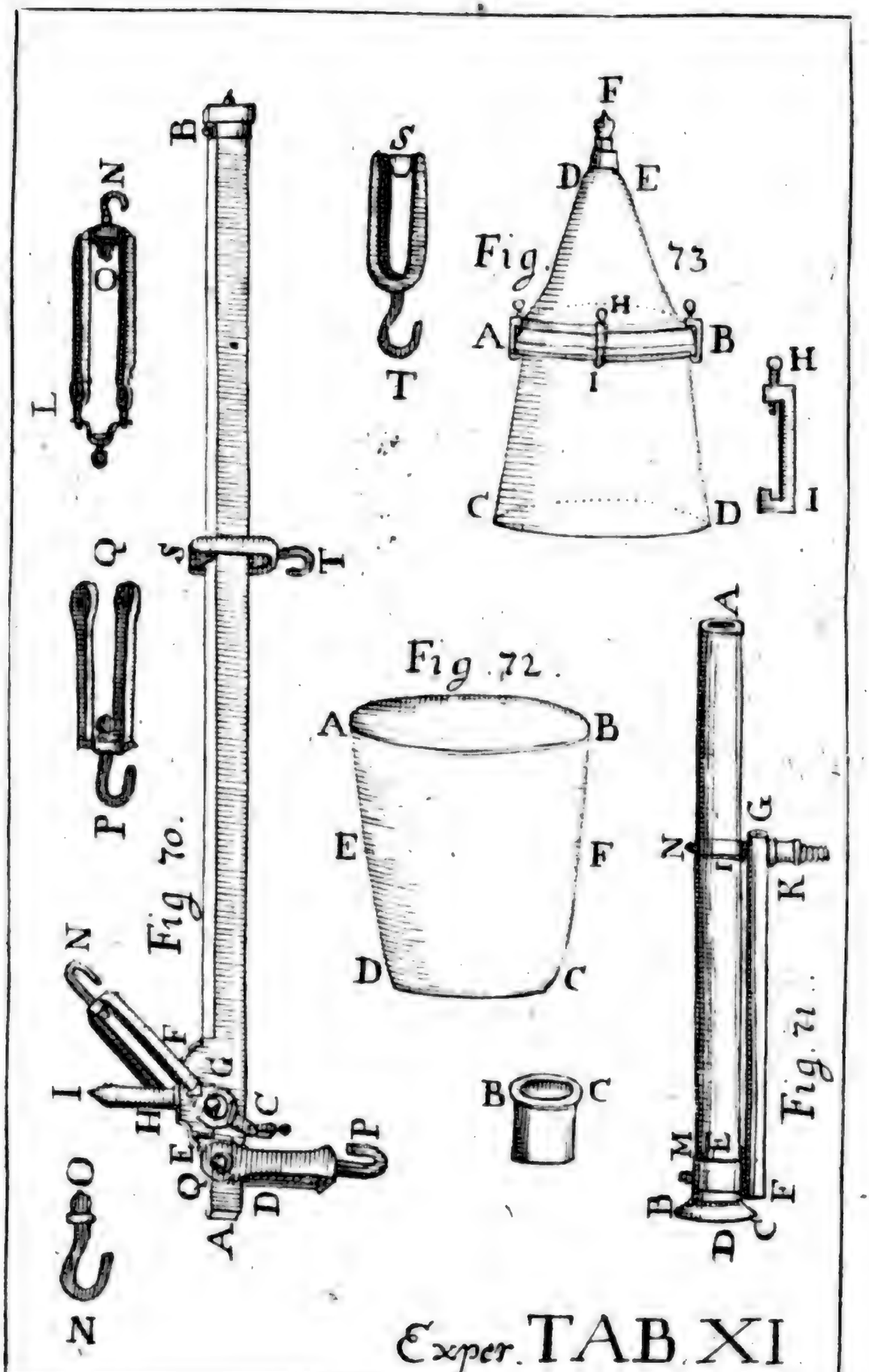
Fig. 65.

Exper. TAB. IX.

Digitized by Google


C
A
B
K
H
M
E
F
P
O
N
L
I
K
Q
L
C
A
B
G
F
D
E
Fig. 69
Fig. 66.
I
D
C
A
B
F
E
G
H
C
E
D
Fig. 67.
A
B
F
C
D
Do
A
B
D
E
F
G
H
Fig. 68.
Exper. TAB. X.

Digitized by Google


B
N
O
L
S
T
F
D
E
Fig. 73
A
H
B
I
C
D
H
I
Q
S
T
P
Fig. 70.
Fig. 72.
A
B
E
F
D
C
B
C
A
N
G
K
Fig. 71.
N
I
F
G
H
C
O
Q
E
P
D
A
M
B
E
F
D
N
Exper. TAB. XI

Digitized by Google

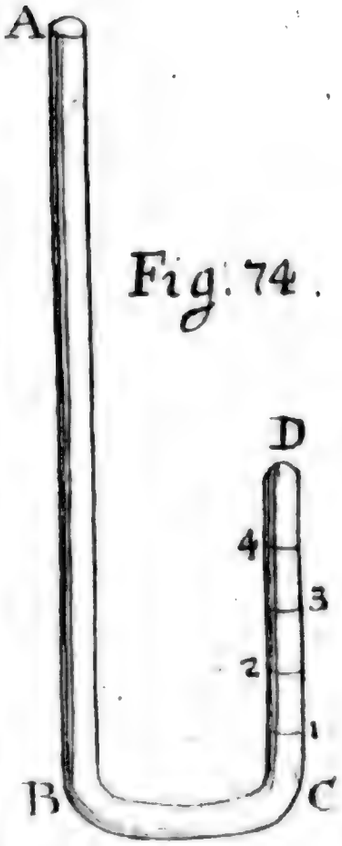


Fig. 74.

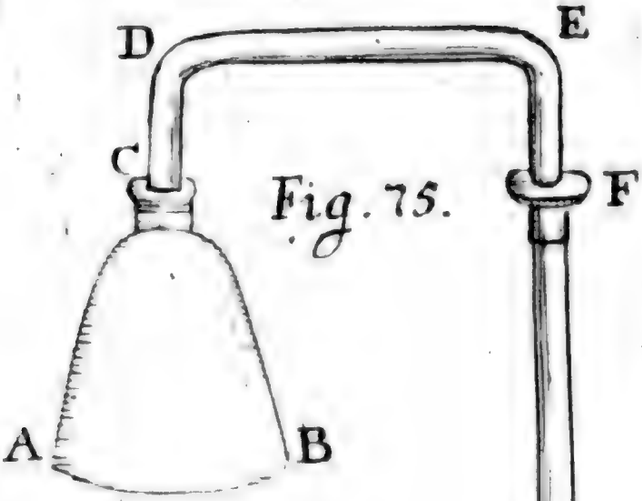


Fig. 75.

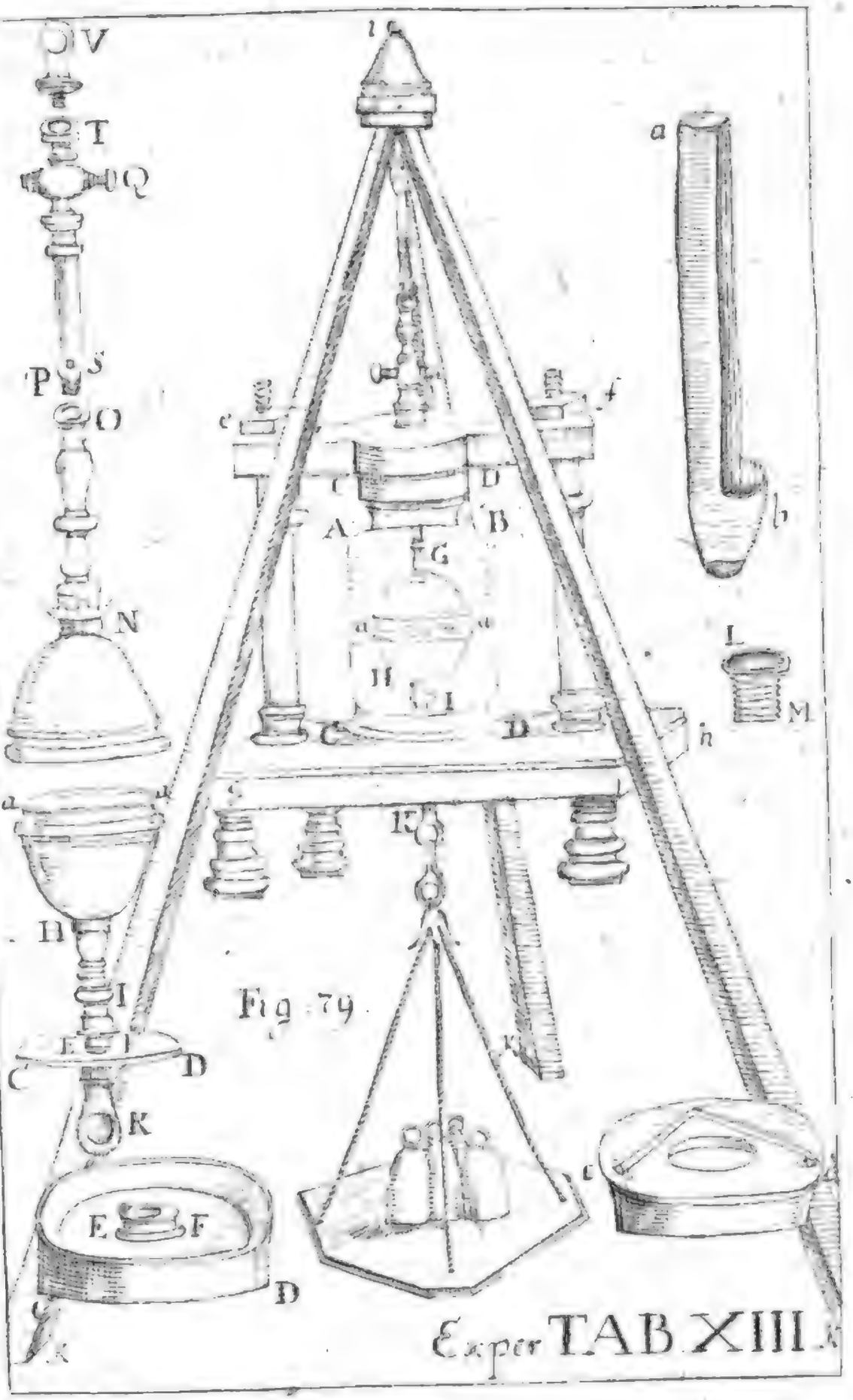
Fig. 77.

Fig. 76.

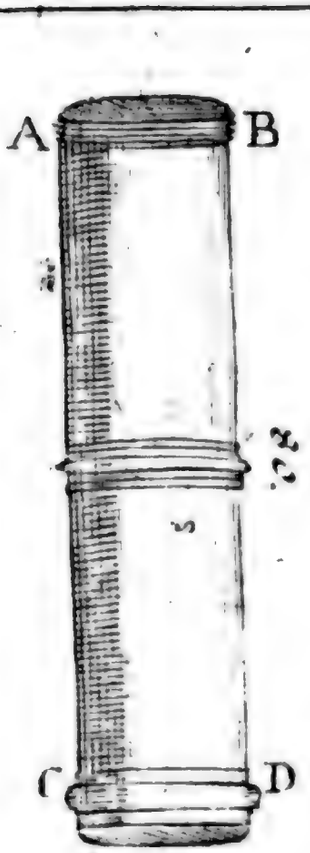
Fig 78.

Exper. TAB. XII.

Digitized by Google


V
T
Q
P
S
O
N
a
H
I
E
F
C
D
K
Fig. 79.
Exper. TAB. XIII.

Digitized by Google



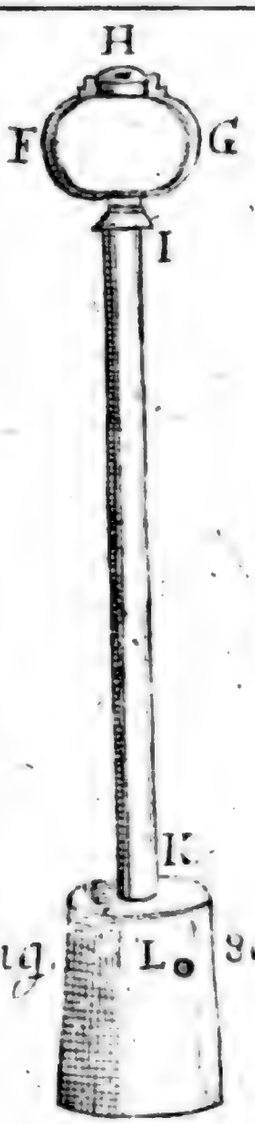


Fig. 80.

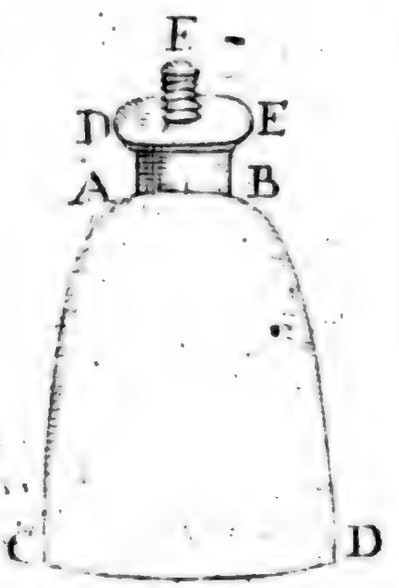


Fig. 81.

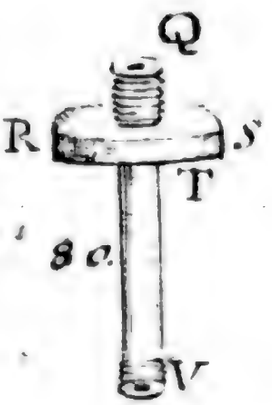


Fig. 82.

80.

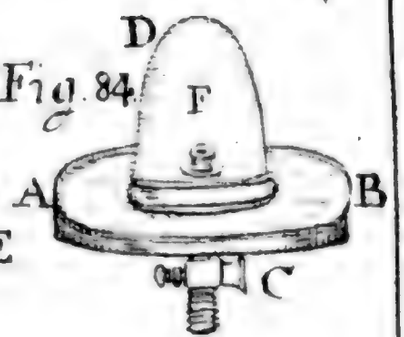
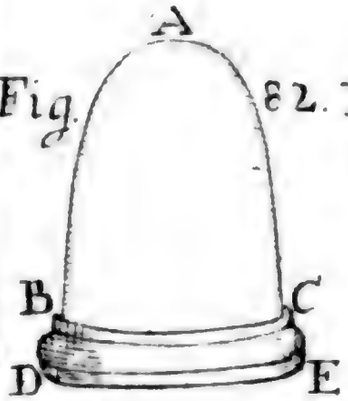


Fig. 84.



Exper. TAB. XIV.

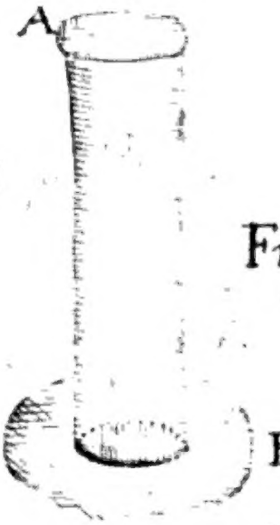


Fig 85.

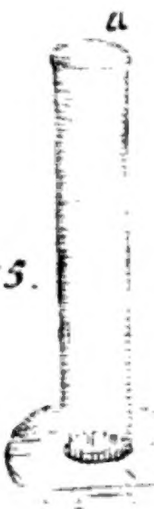
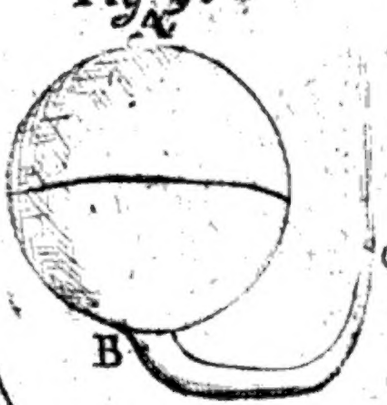


Fig 89.

Fig 87.

Fig 90.



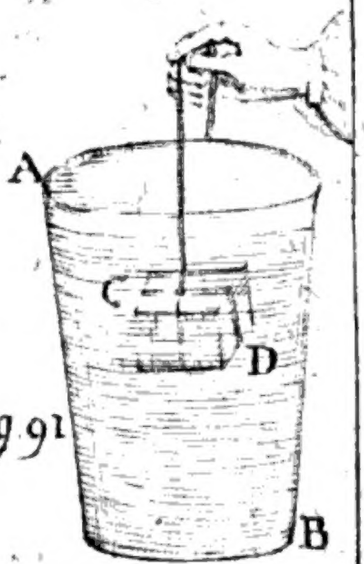


Fig 91

Fig 86.

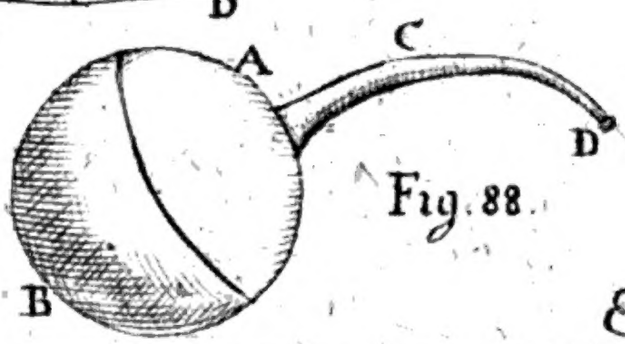
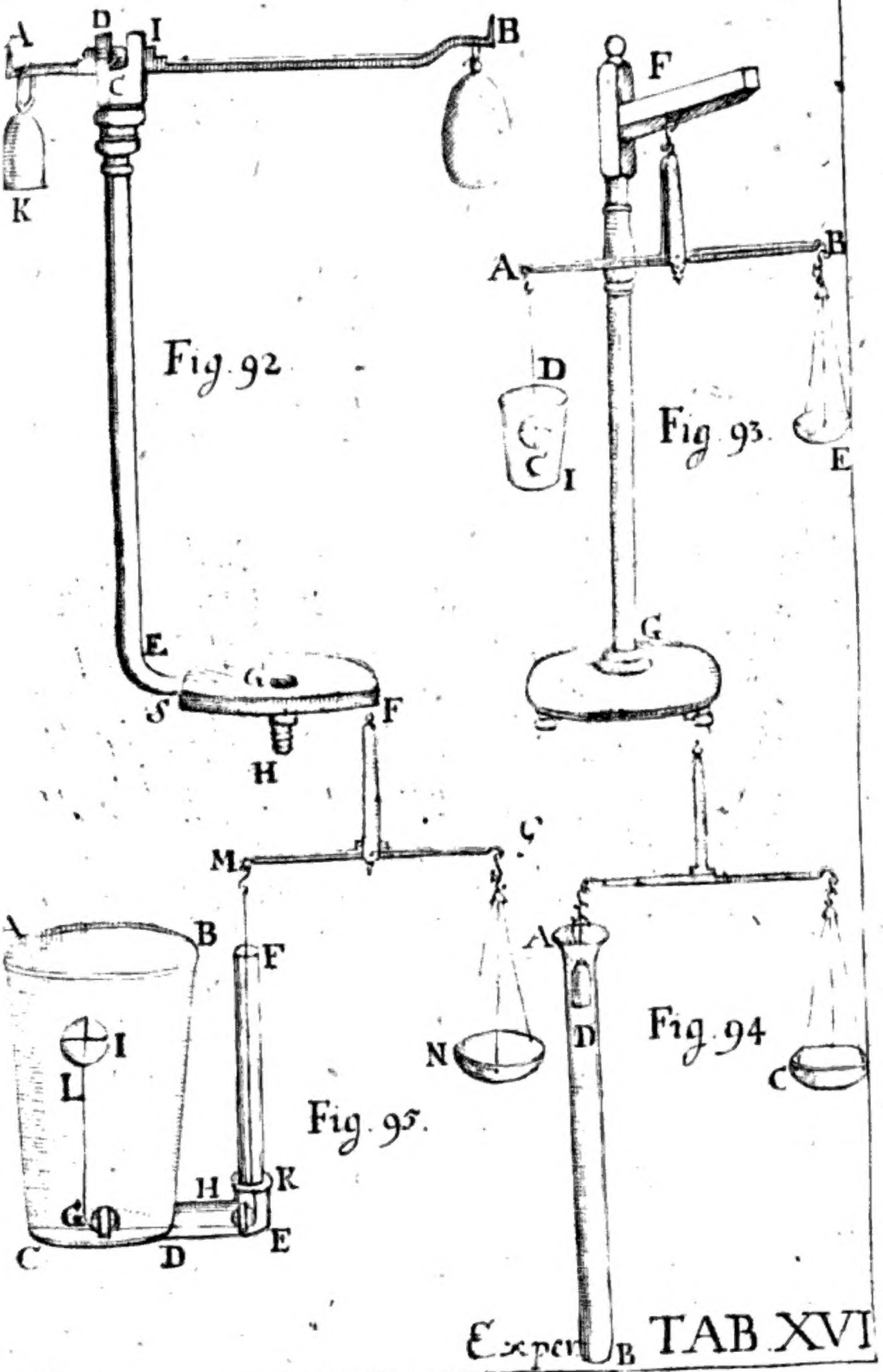


Fig 88.

Exper. TAB. XV

Digitized by Google



Experi TAB XVI

Digitized by Google